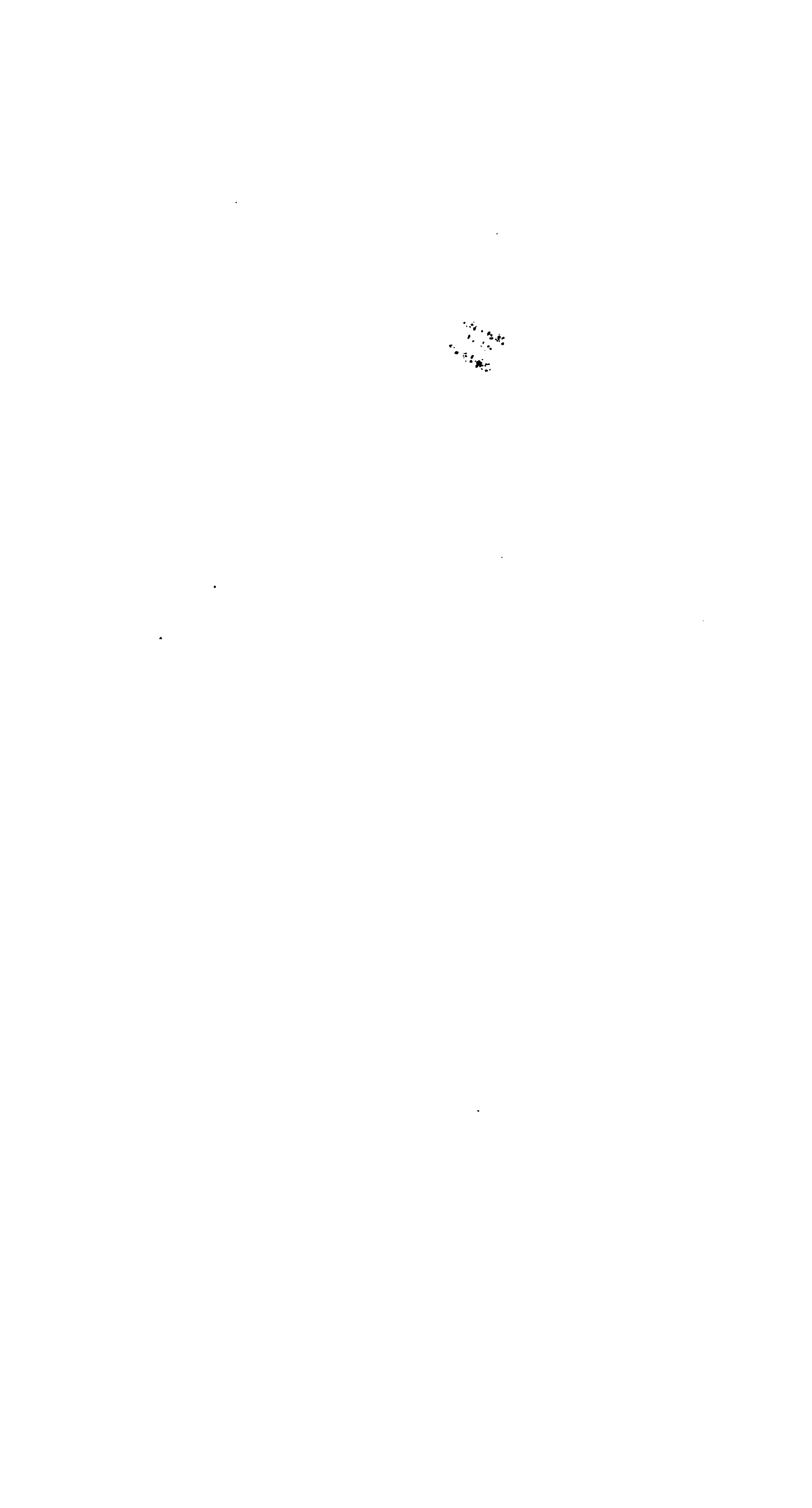






Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

Band XII. Jahrgang 1882.



München.
Akademische Buchdruckerei von F. Straub.
1882.

In Commission bei G. Franz.

Uebersicht

des Inhaltes der Sitzungsberichte Bd. XII
Jahrgang 1882.

Oeffentliche Sitzung zur Feier des 123. Stiftungstages der k. Akademie am 28. März 1882.

Oeffentliche Sitzung zur Vorfeier des Geburts- und Namensfestes Seiner Majestät des Königs Ludwig II. am 29. Juli 1882.

Sitzung vom 5. November 1881.

Sitzung vom 3. Dezember 1881.

Sitzung vom 1. Juli 1882.

Sitzung vom 4. November 1882.

Sitzung vom 2. Dezember 1882.

Sitzungsberichte

der

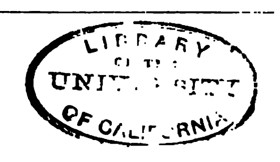
mathematisch-physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

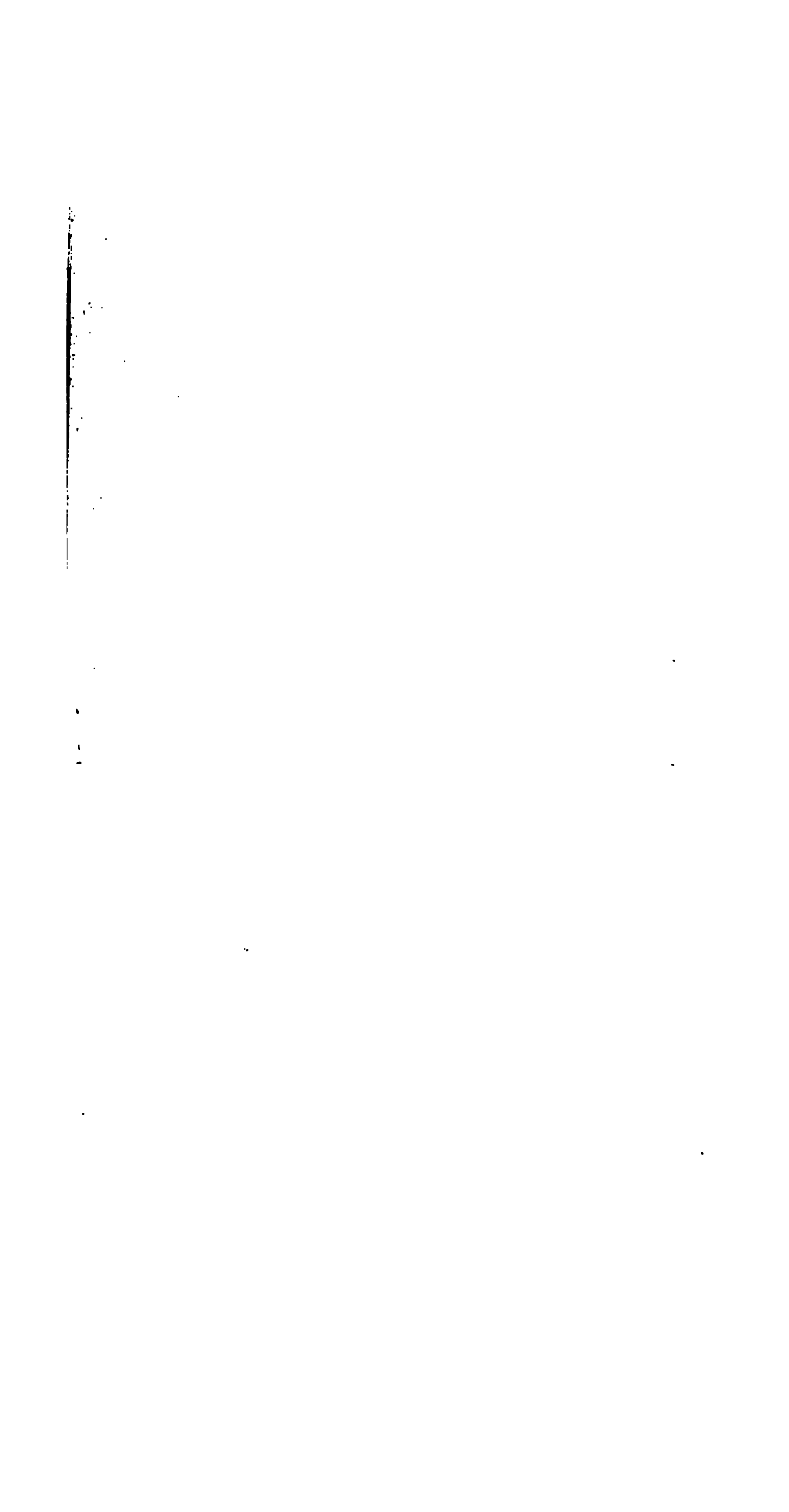
zu München.

1882. Heft I.



München.
Akademische Buchdruckerei von F. Straub.
1882.

In Commission bei G. Franz.



Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

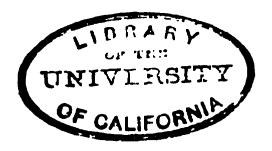
zu München.

1882. Heft I.

München.
Akademische Buchdruckerei von F. Straub.
1882.

In Commission bei G. Franz.





Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 5. November 1881.

Herr von Beetz legte eine Arbeit vor:

„Ueber Spannungsdifferenzen zwischen einem Metall und Flüssigkeiten verschiedener Concentration. Von Erasmus Kittler."

In einer früheren Arbeit „Spannungsdifferenzen zwischen sich berührenden Flüssigkeiten"[1]) habe ich auf indirectem Wege die Giltigkeit des Volta-schen Spannungsgesetzes für eine Reihe von Flüssigkeiten nachgewiesen.

Es hatte sich gezeigt, dass dasselbe aufrecht erhalten bleibt, wenn irgend drei wässerige Lösungen L_1, L_2, L_3 der Chloride: Chlorkalium, Chlornatrium, Chlorammonium und Chlornickel unter sich, oder je zwei derselben mit destillirtem Wasser oder einer Kupfersulfat-Lösung in Berührung treten.

1) Sitzungsbericht der kgl. b. Akademie der Wissensch. 1881, p. 113 ff. Wiedemann's Ann. 1881, XII; p. 572 ff.

Nachstehende Untersuchung hat den Zweck, eine Reihe weiterer Chloride, nämlich

Chlorlithium, Chlorbaryum, Chlorstrontium, Chlorcalcium, Chlormagnesium und Chlormangan

in das Bereich der Betrachtung zu ziehen.

Es sei mir gestattet, hier nochmals kurz auf die Art der Beweisführung zurückzukommen. Will man prüfen, ob drei Flüssigkeiten F_1, F_2, F_3 sich in eine Spannungsreihe ordnen oder nicht, so bestimmt man nacheinander die elektromotorischen Kräfte a, b, c der Combinationen

$$M|F_1 + F_1|F_3 + F_3|M = a,$$
$$M|F_2 + F_2|F_3 + F_3|M = b,$$
$$M|F_1 + F_1|F_2 + F_2|M = c.$$

Ergibt die Beobachtung eine Uebereinstimmung der Differenz $a - b$ mit der Grösse c, so findet die Beziehung statt:

$$F_1|F_3 + F_3|F_2 = F_1|F_2;$$

ist dagegen c von $a - b$ verschieden, so befolgen die 3 Flüssigkeiten das Spannungsgesetz nicht.

Die Ermittlung der elektromotorischen Kräfte von Elementen aus einem Metall und zwei Flüssigkeiten ist mit bedeutenden Schwierigkeiten verknüpft; handelt es sich ja darum, verschiedene Stücke des dazu verwandten Metalls in vollständiger Gleichmässigkeit herzustellen.

Ueber die Art, wie es mir gelungen ist, diese Schwierigkeit zu überwinden, habe ich in der Einleitung zu der oben citirten Abhandlung schon berichtet; ich verweise auf dieselbe auch betreffs der Anordnung und Ausführung der elektrometrischen Messungen selbst. Die dort er-

wähnte Zamboni'sche Säule, die sich so lange Zeit als sehr constant erwiesen hatte, war unbrauchbar geworden, und ich musste zu einem Teile meiner Untersuchungen eine neue verwenden, die unter dem Einflusse der Luftfeuchtigkeit ziemlich bedeutend variirte. Doch hatte ich die Genugthuung, auch damit sehr übereinstimmende Resultate zu erzielen, wie nachfolgende Tabelle über die elektromotorische Kraft der Combination

$$\mathrm{Cu} \left| \begin{matrix} \mathrm{KCl} + \mathrm{KCl} \\ \text{conc.} \end{matrix} \right| \begin{matrix} \mathrm{CuSO_4} + \mathrm{CuSO_4} \\ \Delta = 1{,}003 \end{matrix} \right| \mathrm{Cu}$$

bezeugen dürfte.

Zeit der Beobachtung	Scalenausschlag für obige Comb. in Doppelmillimetern	Scalenausschlag für 1 Daniell. 2 m Abstand	Elektrom. Kraft der obigen Comb. für D = 1	Bemerkungen
26. Jan. 1881	32,8	104,7	0,316	
7. Febr. „	25,6	81,1	0,316	
	25,7	81,1	0,317	
19. Febr. „	27,6	87,0	0,317	
	27,6	87,0	0,317	
12. März „	26,6	85,0	0,314	
20. Mai „	23,3	74,2	0,314	Vom 20. Mai ab diente zur Ladung der Elektrometernadel wieder die bei der früheren Arbeit verwendete Zamboni'sche Säule.
	23,4	74,2	0,315	
	23,1	74,0	0,312	
	23,2	74,0	0,314	
2. Juni „	23,7	74,7	0,317	
	23,7	74,7	0,317	
18. Juni „	23,2	74,2	0,313	
	23,2	74,2	0,313	
		Mittel	0,315 D	

Die einzelnen Messungen stimmen unter sich noch bedeutend besser, als die früher gegebenen Zahlen, was hauptsächlich dem Umstande zuzuschreiben ist, dass zur Ermittlung ein und derselben Grösse meist sehr viele Beobachtungen dienen mussten.

Zur Verbindung der getrennt stehenden Flüssigkeiten benützte ich teilweise noch Heber, die an den Endflächen mit Pergamentpapier verschlossen waren. Um der mühseligen und zeitraubenden Arbeit des Unterbindens überhoben zu sein, liess ich mir Heber anfertigen, die an den Enden mit Capillarröhren versehen waren, so dass die Lösungen unmittelbar in Berührung treten konnten. Wiederholt angestellte Versuche liessen einen merkbaren Einfluss der früher benützten Membran nicht erkennen.

Beobachtungen mit destillirtem Wasser wurden soviel als möglich vermieden; an dessen Stelle trat eine verdünnte Kupfervitriollösung vom spec. Gewicht 1,003 bis 1,004, die einerseits nicht mehr die Unbeständigkeit des dazu verwandten Wassers erkennen, andererseits aber auch nicht ein Auskrystallisiren des Salzes befürchten liess. Die specifischen Gewichte der Lösungen wurden mit einer neuen sehr empfindlichen Mohr'schen Wage bestimmt. Eine Controlmessung ergab für verdünnte Schwefelsäure

a) mit dem Pyknometer . . 1,0899 bei 15°6,
b) mit der Mohr'schen Wage 1,0895 bei 15°8,

d. h. eine Abweichung erst in der vierten Decimale.

Kaliumchlorid: KCl.

A) Specifische Gewichte der Lösungen.

Gewichtsteile KCl + 100 G. T. H_2O	Gew.-T. KCl in 100 G. T. der Lösung	Specifisches Gewicht			
		Eigene Beobachtung		Berechnet durch lineare Interp. aus den Tabellen Gerlach's[2])	
conc. bei 17°5		1,1720	17°5	1,1723	15°
bei 18°		1,1728	19°2		
		1,1730	18°		
25	20,0	1,135	16°7	1,1361	15°
20	16,666	1,111	16°7	1,1123	15°
20	16,666	1,111	17°0		
12	10,714	1,070	17°0	1,0707	15°
5	4,762	1,0305	17°0	1,0310	15°
2	1,961	1,0124	17°8	1,0128	15°
0,5	0,498	1,0030	18°0	—	—

B) Elektromotorische Kraft der Combination

$$Cu|KCl + KCl|CuSO_4 + CuSO_4|Cu$$

für verschiedenprocentige Lösungen von Chlorkalium bei gleichbleibender Kupfersulfatlösung.

$CuSO_4$: Δ = 1,0030 bei 18°5.
Δ = 1,0038 bei 17°5.

Als Einheit gilt die elektromotorische Kraft eines Daniell'schen Elements: amalgamirtes, chemisch reines Stangenzink in ver-

2) Fresenius, Zeitschrift für analyt. Chemie, VIII. 1869; p. 281.

dünnter Schwefelsäure vom specif. Gewicht 1,073 bei 16°3, chemisch reines Kupfer (in Drahtform) in concentrirter Kupfervitriol-Lösung. Das Kupfer ist dabei zur Erde abgeleitet ($\overline{Cu}$); die Richtung, in der bei dieser Anordnung die Nadel abgelenkt wird, ist für sämmtliche Messungen als positiv bezeichnet

I. KCl, concentrirte Lösung.

0,316
0,316
0,317
0,317
0,317
0,314
0,314
0,315
0,312
0,314
0,317
0,317
0,313
0,313

Mittel 0,315 D

II. 25 Gew.T. KCl + 100 G.T. H_2O

0,274
0,275
0,278
0,274
0,273
0,279

Mittel 0,276 D

III. 20 G.T. KCl + 100 G.T. H_2O

0,261
0,263
0,263
0,263
0,259
0,263
0,261
0,263
2,263

Mittel 0,262 D

IV. 12 G.T. KCl + 100 G.T. H_2O

0,234
0,237
0,234
0,237
0,235
0,232
0,233
0,235

Mittel 0,235 D

V. 5 G.T. KCl + 100 G.T. H_2O

0,200
0,198

0,199
0,199
0,200
0,200
0,199

Mittel 0,199 D.

VI. 2 G.T.KCl+100 G.T.H_2O

0,169
0,169
0,169
0,167
0,167
0,167
0,168
0,168
0,168

Mittel 0,168 D.

VII. 0,5 G.T.KCl+100 G.T.H_2O

0,127
0,129
0,129
0,128
0,128
0,129
0,129

Mittel 0,128 D.

VIII. Destillirtes Wasser

0,046
0,047
0,047

Mittel 0,047 D.

Zusammenstellung: $Cu|KCl + KCl|CuSO_4 + CuSO_4|\overline{Cu}$.

Gew. T. KCl + 100 Gew. T. H_2O	Elektrom. Kraft D = 1
34,2	0,315
25,0	0,276
20,0	0,262
12,0	0,235
5,0	0,199
2,0	0,168
0,5	0,128
0,0	0,047

Aus diesen Beobachtungen berechnet sich die elektrom. Kraft des Elements

$$\mathrm{Cu}\,\Big|\,\underset{\text{conc.}}{\mathrm{KCl}} + \underset{\text{conc.}}{\mathrm{KCl}}\,\Big|\,\underset{0,5}{\mathrm{KCl}} + \underset{0,5}{\mathrm{KCl}}\,\Big|\,\mathrm{Cu}$$

als: 0,315 D — 0,128 D = 0,187 D.

Die directe Beobachtung für den Potentialunterschied obiger Combination ergab die beiden Werte 0,186
0,187

im Mittel 0,187 D,

d. h. eine vollständige Uebereinstimmung.

Es ist daher

$$\underset{\text{conc.}}{\mathbf{KCl}}\,\Big|\,\underset{\Delta = 1,003}{\mathbf{CuSO_4}} + \underset{\Delta = 1,003}{\mathbf{CuSO_4}}\,\Big|\,\underset{0,5}{\mathbf{KCl}} = \underset{\text{conc.}}{\mathbf{KCl}}\,\Big|\,\underset{0,5}{\mathbf{KCl}},$$

wie schon früher gezeigt wurde.

Aus der elektr. Kraft des Elements

$$\mathrm{Cu}\,\Big|\,\mathrm{KCl} + \mathrm{KCl}\,\Big|\,\mathrm{CuSO_4} + \underset{\Delta = 1,003}{\mathrm{CuSO_4}}\,\Big|\,\mathrm{Cu}$$

lässt sich leicht diejenige der Combination

$$\mathrm{Cu}\,\Big|\,\mathrm{KCl} + \mathrm{KCl}\,\Big|\,\mathrm{CuSO_4} + \underset{\text{conc.}}{\mathrm{CuSO_4}}\,\Big|\,\mathrm{Cu}$$

berechnen, wenn man den Wert

$$Cu\,\Big|\,\underset{\Delta = 1,003}{CuSO_4} + CuSO_4\,\Big|\,CuSO_4 + \underset{\text{conc.}}{CuSO_4}\,\Big|\,Cu$$

kennt. Die Ermittlung dieser kleinen Potentialdifferenz geschah indirect. Hierauf beziehen sich folgende Messungen:

$$\mathrm{Cu}\,\Big|\,\underset{20}{\mathrm{KCl}} + \mathrm{KCl}\,\Big|\,\mathrm{CuSO_4} + \underset{\text{conc.}}{\mathrm{CuSO_4}}\,\Big|\,\mathrm{Cu} = \begin{array}{l}0,283\\0,284\\0,284\end{array}$$

Mittel 0,284.

$$Cu \left| \begin{matrix} KCl + KCl \\ 20 \end{matrix} \right| \begin{matrix} CuSO_4 + CuSO_4 \\ \Delta = 1{,}003 \end{matrix} \left| Cu = 0{,}262. \right.$$

Durch Subtraction

$$Cu \left| \begin{matrix} CuSO_4 + CuSO_4 \\ \Delta = 1{,}003 \end{matrix} \right| \begin{matrix} CuSO_4 + CuSO_4 \\ \text{conc.} \end{matrix} \left| Cu = 0{,}022 \text{ D.} \right.$$

Das spec. Gewicht der bei 17° conc. $CuSO_4$-Lösung war

1,198 für t = 17°.

Eine andere Beobachtungsreihe ist folgende:

$$Cu \left| \begin{matrix} NaCl + NaCl \\ \Delta = 1{,}024 . 18^05 \end{matrix} \right| \begin{matrix} CuSO_4 + CuSO_4 \\ 1{,}1965 . 16^08 \end{matrix} \left| Cu = \begin{matrix} 0{,}208 \\ 0{,}209 \\ 0{,}206 \end{matrix} \right.$$

Mittel 0,208 D.

$$Cu \left| \begin{matrix} NaCl + NaCl \\ \Delta = 1{,}024 . 18^05 \end{matrix} \right| \begin{matrix} CuSO_4 + CuSO_4 \\ 1{,}0038 . 17^05 \end{matrix} \left| Cu = \begin{matrix} 0{,}185 \\ 0{,}186 \\ 0{,}183 \\ 0{,}185 \end{matrix} \right.$$

Mittel 0,185 D

d. i.

$$Cu \left| \begin{matrix} CuSO_4 + CuSO_4 \\ \Delta = 1{,}0038 \end{matrix} \right| \begin{matrix} CuSO_4 + CuSO_4 \\ \text{conc.} \end{matrix} \left| Cu = 0{,}023 \text{ D.} \right.$$ [3])

Will man also z. B die elektrom. Kraft

$$Cu \left| \begin{matrix} KCl + KCl \\ \text{conc.} \quad \text{conc.} \end{matrix} \right| \begin{matrix} CuSO_4 + CuSO_4 \\ \text{conc.} \quad \text{conc.} \end{matrix} \left| Cu \right.$$

3) Richtung des Stromes von der verdünnten zur conc. Lösung; vgl. A. Eccher, N. Cim. (3) 5. p. 5—34. 1879. Beibl. 3. p. 518. J. Moser, Wiedem. Ann. 3. p. 218 1878.

kennen, so braucht man nur zu dem oben gefundenen Werte 0,315 D addiren 0,023 D, was die Grösse 0,338 D ergibt.[4])

C) Elektromotorische Kraft der Combination $Cu|KCl + KCl|H_2SO_4 + H_2SO_4|Cu$ für verschiedenprozentige Lösungen von Chlorkalium bei gleichbleibender Schwefelsäure.

H_2SO_4 : Δ = 1,067. 19°.

I. KCl, conc. Lösung.

0,284
0,287

Mittel 0,286 D.[5])

II. 25 T. KCl + 100 H_2O.

0,246
0,244
0,244
0,244
0,245

Mittel 0,245 D.

III. 20 T. KCl + 100 H_2O.

0,229
0,229
0,227
0,226
0,226
0,229
0,230
0,230
0,229
0,227

Mittel 0,228 D.

IV. 12 T. KCl + 100 H_2O.

0,190
0,194
0,193
0,194

Mittel 0,193 D.

V. 5 T. KCl + 100 H_2O.

0,148
0,151

4) In der früheren Arbeit ist der Wert 0,341 D. angegeben.
5) In der früheren Arbeit: 0,285 D.

0,152
0,152
0,148
0,150
0,150

Mittel 0,150 D.

VI. 2 T. KCl + 100 H_2O.

0,103
0,101
0,103
0,101
0,101
0,102
0,102

Mittel 0,102 D.

VII. 0,5 T. KCl + 100 H_2O.

0,042
0,042
0,039
0,041
0,039
0,041

Mittel 0,041 D.

VIII. H_2O.

— 0,135
— 0,136
— 0,135
— 0,137

Mittel — 0,136 D.

Zusammenstellung: $Cu|KCl + KCl|H_2SO_4 + H_2SO_4|Cu$.

Gew. T. KCl + 100 T. H_2O	Elektrom. Kraft D = 1
34,2	0,286
25,0	0,245
20,0	0,228
12,0	0,193
5,0	0,150
2,0	0,102
0,5	0,041
0,0	— 0,136

Durch Subtraction der beiden Gleichungen

$Cu|\underset{\text{conc.}}{KCl} + KCl|H_2SO_4 + H_2SO_4|Cu = 0,286$ D

und

$$\mathrm{Cu}\,\Big|\,\underset{0,5}{\mathrm{KCl}} + \mathrm{KCl}\,\Big|\,\mathrm{H_2SO_4} + \mathrm{H_2SO_4}\,\Big|\,\mathrm{Cu} = 0{,}041\ \mathrm{D}$$

erhält man die Beziehung:

$$\mathrm{Cu}\,\Big|\,\underset{\text{conc.}}{\mathrm{KCl}} + \underset{\text{conc.}}{\mathrm{KCl}}\,\Big|\,\mathrm{H_2SO_4} + \mathrm{H_2SO_4}\,\Big|\,\underset{0,5}{\mathrm{KCl}} + \underset{0,5}{\mathrm{KCl}}\,\Big|\,\mathrm{Cu} = 0{,}245\ \mathrm{D}.$$

Vergleicht man damit das früher gewonnene Resultat

$$\mathrm{Cu}\,\Big|\,\underset{\text{conc.}}{\mathrm{KCl}} + \underset{\text{conc.}}{\mathrm{KCl}}\,\Big|\,\underset{0,5}{\mathrm{KCl}} + \underset{0,5}{\mathrm{KCl}}\,\Big|\,\mathrm{Cu} = 0{,}187\ \mathrm{D},$$

so findet man, dass

$$\underset{\text{conc.}}{\mathbf{KCl}}\,\Big|\,\mathbf{H_2SO_4} + \mathbf{H_2SO_4}\,\Big|\,\underset{0,5}{\mathbf{KCl}} \quad \textbf{nicht gleich ist} \quad \underset{\text{conc.}}{\mathbf{KCl}}\,\Big|\,\underset{0,5}{\mathbf{KCl}}$$

d. h. dass das *Spannungsgesetz nicht gilt für verschiedenproc. Chlorkaliumlösungen in Berührung mit verdünnter Schwefelsäure.*

Wenn man in ein rechtwinkliges Coordinatensystem die Gewichtsteile KCl, die mit 100 Gew. T. H_2O zu einer Lösung vereinigt sind, als Abscissen einträgt, als Ordinaten aber die entsprechenden elektromotorischen Kräfte der Combinationen

$$\mathrm{Cu}|\mathrm{KCl} + \mathrm{KCl}|\mathrm{CuSO_4} + \mathbf{CuSO_4}|\mathrm{Cu},$$

bez.

$$\mathrm{Cu}|\mathrm{KCl} + \mathrm{KCl}|\mathrm{H_2SO_4} + \mathbf{H_2SO_4}|\mathrm{Cu},$$

so erhält man die in der beigegebenen Tafel gezeichneten *Curven.* Dieselben gestatten eine klare Uebersicht über die Aenderung der elektrom. Kraft beider Ketten mit Abnahme des Procentgehalts. Etwa bis zur Abscisse 12 verlaufen beide Curven geradlinig, d. h. die elektromotorische Kraft nimmt proportional mit dem Chlorkaliumgehalt der Lösung ab; dann erfolgt der Abfall ziemlich rasch, und

während die Curve für $CuSO_4$ die Abscissenaxe nicht erreicht, schneidet die H_2SO_4-Curve dieselbe ziemlich nahe am Nullpunct und reicht noch ziemlich weit in's Negative. Im Element

$$Cu|KCl + KCl|CuSO_4 + CuSO_4|Cu$$

geht der Strom also immer von der Chlorkaliumlösung zu $CuSO_4$, und die Stromesrichtung bleibt erhalten, wenn man an Stelle von KCl destillirtes Wasser treten lässt; im Elemente

$$Cu|KCl + KCl|H_2SO_4 + H_2SO_4|Cu$$

dagegen tritt nahe am Nullpunct eine Umkehr in der Richtung des Stromes ein: derselbe geht von H_2SO_4 zu der sehr verdünnten Chlorkaliumlösung, bez. Wasser.

Die Ordinatendifferenz beider Curven beträgt für den Sättigungspunct 0,029 D, für den Nullpunct 0,183 D. Es nimmt also die elektromotorische Kraft der Combination

$$Cu|KCl + KCl|H_2SO_4 + H_2SO_4|Cu$$

mit Verdünnung der Chlorkaliumlösung rascher ab, als diejenige der Kette

$$Cu|KCl + KCl|CuSO_4 + CuSO_4|Cu:$$

ein Beweis für die Ungiltigkeit des Spannungsgesetzes zwischen Lösungen von *KCl*, $CuSO_4$ und H_2SO_4.

Die soeben erwähnten Ordinatendifferenzen gewinnen eine weitere Bedeutung dadurch, dass man sie mit der elektromotorischen Kraft einer andern Combination

$$Cu|H_2SO_4 + H_2SO_4|CuSO_4 + CuSO_4|Cu$$

im Zusammenhang bringt.

Zur Ermittlung dieser Grösse dienten die Flüssigkeiten

H_2SO_4 und $CuSO_4$ - Lösung in gleicher Zusammensetzung wie oben, d. h.

H_2SO_4 vom spec. Gewicht 1,067 bei 19° und
$CuSO_4$ „ „ „ 1,0038 „ 17°5.

Die Beobachtung ergab folgende Werte:

0,109
0,112
0,112
0,108
0,107
0,107
0,108
0,108
0,109

im Mittel 0,109 D.

Subtrahirt man hievon die Differenz der elektromotorischen Kräfte

$$Cu|\underset{conc.}{KCl} + KCl|CuSO_4 + CuSO_4|Cu = 0{,}315\ D$$

und

$$Cu|\underset{conc.}{KCl} + KCl|H_2SO_4 + H_2SO_4|Cu = 0{,}286\ D,$$

d. i.

$$Cu|H_2SO_4 + H_2SO_4|KCl + KCl|CuSO_4 + CuSO_4|Cu = 0{,}029\ D$$

von

$$Cu|H_2SO_4 + H_2SO_4|CuSO_4 + CuSO_4|Cu = 0{,}109\ D$$

so resultirt die elektromotorische Kraft einer Flüssigkeitskette, nämlich

$$CuSO_4 | \underset{conc.}{KCl} + \underset{conc.}{KCl} | H_2SO_4 + H_2SO_4 | CuSO_4 = 0{,}080 \text{ D.}$$

Wendet man dieses Verfahren auch auf alle übrigen Chlorkaliumlösungen an, so ergeben sich für die Kette

$$\underset{\Delta = 1{,}0038}{CuSO_4} | KCl + KCl | \underset{1{,}067}{H_2SO_4} + \underset{1{,}067}{H_2SO_4} | \underset{\Delta = 1{,}0038}{CuSO_4},$$

in der die Glieder $CuSO_4$ und H_2SO_4 unverändert bleiben, je nach dem Gehalt an Chlorkalium die elektrom. Kräfte:

Gew. T. KCl + 100 G. T. H_2O	Elektrom. Kraft D = 1
34,2	0,080
25,0	0,078
20,0	0,075
12,0	0,067
5,0	0,060
2,0	0,043
0,5	0,022
0,0	— 0,074

Es nimmt also die elektrom. Kraft obiger Combination bei gleichbleibender H_2SO_4 und $CuSO_4$ - Lösung mit Verdünnung der Chlorkaliumlösung ab.

Die soeben gefundenen Grössen, die uns einen Einblick gewähren, wie weit der Einfluss der Concentration auf eine Flüssigkeitskette sich erstreckt, lassen sich auch noch auf andere Weise ermitteln. Bestimmt man nämlich einmal die elektrom. Kraft der Combination

$$Cu | KCl + KCl | H_2SO_4 + H_2SO_4 | Cu,$$

indem man als Heber eine der beiden Flüssigkeiten KCl

oder H_2SO_4 verwendet, und dann so, dass man dazwischen $CuSO_4$ - Lösung einschaltet, so werden die in beiden Fällen erhaltenen Zahlen von einander abweichen, da die drei in Frage kommenden Flüssigkeiten bei ihrer Berührung sich nicht in eine Spannungsreihe ordnen.

Die Differenz der beiden so ermittelten Grössen gibt die elektr. Kraft der oben besprochenen Flüssigkeitsketten.

Ich erwähne hier folgende Versuchsreihen.

a =

$$\begin{array}{l|l|l|l} Cu & KCl \quad + \quad KCl & H_2SO_4 \quad + \quad H_2SO_4 & Cu = 0{,}245 \text{ D} \\ & 25 & \quad\quad\quad \varDelta = 1{,}067 & \end{array}$$

b =

$$\begin{array}{l|l|l|l|l} Cu & KCl + KCl & CuSO_4 + CuSO_4 & H_2SO_4 + H_2SO_4 & Cu = 0{,}166 \\ & 25 & \quad \varDelta = 1{,}0038 & \quad \varDelta = 1{,}067 & \quad\quad\; 0{,}166 \\ & & & & \quad\quad\; 0{,}164 \\ & & & & \quad\quad\; 0{,}164 \end{array}$$

Mittel 0,165 D,

somit

a — b =

$$\begin{array}{l|l|l|l} CuSO_4 & KCl + KCl & H_2SO_4 \quad + \quad H_2SO_4 & CuSO_4 = 0{,}080 \text{ D}, \\ \varDelta = 1{,}0038 & 25 \quad\quad 25 & \varDelta = 1{,}067 \quad \varDelta = 1{,}067 & \varDelta = 1{,}0038 \end{array}$$

ein Resultat, das mit dem früher gewonnenen (0,078) sehr nahe übereinstimmt.

Für eine Chlorkaliumlösung 20 : 100 war

$$\begin{array}{l} a = 0{,}228 \text{ D} \\ b = \left.\begin{array}{l} 0{,}154 \\ 0{,}150 \end{array}\right\} \text{im Mittel} = 0{,}152 \text{ D.} \end{array}$$

Daher

$$a - b = 0{,}076 \text{ D. gegen } 0{,}075 \text{ D}$$

der früheren Rechnung.

Natriumchlorid: NaCl.

A) Cu | NaCl conc. + NaCl | $CuSO_4$ + $CuSO_4$ | Cu.

Specif. Gewicht der conc. NaCl-Lösung: 1,2044 bei 16°5.
1,2043 bei 18°4.
Gerlach: 1,2043 bei 15°.[6]
Specif. Gewicht der verd. $CuSO_4$-Lösung: 1,0038 bei 17°5.

Elektrom. Kraft obiger Combination:

0,305	0,302
0,302	0,300
0,302	0,302
0,301	0,300
0,300	0,300
0,300	0,300
0,304	Mittel 0,302 D.[7]
0,304	

B) Cu | NaCl conc. + NaCl | H_2SO_4 + H_2SO_4 | Cu.

Spec. Gewicht der verd. H_2SO_4: 1,067 bei 19°.

Elektrom. Kraft:

0,288
0,287

Mittel 0,288 D.[8]

6) Gerlach, Salzlösungen.

7) Hienach berechnet sich die elektr. Kraft obiger Kette unter Anwendung von conc. $CuSO_4$-Lösung als 0,302 D + 0,023 D = 0,325 D (in der früheren Arbeit 0,329 D).

8) In der früheren Arbeit 0,287 D.

Ammoniumchlorid: NH_4Cl.

A) $Cu | NH_4Cl$ (conc.) $+ NH_4Cl | CuSO_4 + CuSO_4 | Cu$.

NH_4Cl, concentrirte Lösung.	$\Delta = 1,077$.	$17^0 5$	
	$\Delta = 1,077$.	18^0	
	$\Delta = 1,077$.	18^0	
Gerlach:	$\Delta = 1,0766$.	15^0 [9])	
$CuSO_4$-Lösung verdünnt.	$\Delta = 1,0030$.	$18^0 5$	
	$\Delta = 1,0038$.	$17^0 5$.	

Elektrom. Kraft:	0,318
	0,317
	0,317
	0,318
	0,318
	0,319
	0,317
Mittel	0,318 D. [10])

B) $Cu | NH_4Cl$ (conc.) $+ NH_4Cl | H_2SO_4 + H_2SO_4 | Cu$.

H_2SO_4, verd. $\Delta = 1,083$. $17^0 5$.

Elektrom. Kraft	0,288
	0,287
	0,289
Mittel	0,288 D.

9) Gerlach, Salzlösungen.

10) Für conc. $CuSO_4$-Lösung berechnet: 0,341 D. Der in der ersten Arbeit angegebene Wert 0,352 D bezieht sich auf eine bei 22^0 gesättigte NH_4Cl-Lösung.

Lithiumchlorid: LiCl.

(Im wasserfreien Zustande.)

A) Specifische Gewichte.

Gew.-T. LiCl 100 G.-T. H_2O	Gew.-T. LiCl in 100 Gew.-T. der Lösung	Specifische Gewichte			
		Eigene Beobachtung		Berechnet durch lineare Interp. aus den Tabellen Gerlach's.[11])	
conc. 18°6		1,288	18°6		
conc. 19°		1,291	19°0		
conc. 15°	43,2	—	—	1,2827	15°
30,07	23,118	1,130	18°	1,137	15°
19,86	16,569	1,093	18°	1,096	15°
9,95	9,050	1,051	17°5	1,051	15°
5,02	4,780	1,027	18°5	1,028	15°
1,00	0,990	1,005	18°5	—	—
0,136	0,136	1,001	17°5	—	—
0,022	0,022	—	—	—	—

B) Elektromotorische Kraft der Combination

$Cu|LiCl + LiCl|CuSO_4 + CuSO_4|Cu$

verschiedenprocentige Lösungen von Chlorlithium bei gleichbleibender $CuSO_4$-Lösung.

$CuSO_4$, verdünnt. $\Delta = 1,003$. 18°5.

I. LiCl, conc.

0,306	0,310
0,307	0,312
0,307	0,308
0,304	0,309
Mittel	0,308 D

11) Fresenius, Zeitschrift für analyt. Chemie, VIII. 1869; p. 281.

II. 30,07 LiCl + 100 H_2O

0,277
0,279
0,277

Mittel 0,278 D.

III. 19,86 LiCl + 100 H_2O.

0,257
0,253
0,252
0,257

Mittel 0,255 D.

IV. 9,95 LiCl + 100 H_2O.

0,227
0,225
0,226

Mittel 0,226 D.

V. 5,02 LiCl + 100 H_2O.

0,207
0,204
0,208
0,207
0,206
0,206
0,208

Mittel 0,207 D.

VI. 1,00 LiCl + 100 H_2O.

0,165
0,168
0,168

Mittel 0,167 D.

VII. 0,136 LiCl + 100 H_2O.

0,097
0,098
0,100

Mittel 0,098 D.

Zusammenstellung: $Cu|LiCl + LiCl|CuSO_4 + CuSO_4|\overline{Cu}$.

Gew.-T. LiCl + 100 G.-T. H_2O	Elektrom. Kraft D = 1
conc.	0,308
30,07	0,278
19,86	0,255
9,95	0,226
5,02	0,207
1,00	0,167
0,136	0,098

C) $Cu|LiCl_a + LiCl_a|LiCl_b + LiCl_b|Cu$.

I. conc.: 0,022.

0,223
0,222

Mittel 0,223 D

II. conc.: 0,136.

0,208
0,208
0,210

Mittel 0,209 D

III. conc.: 5,02.

0,101
0,101

Mittel 0,101 D

IV. conc.: 9,95.

0,079
0,082
0,079

Mittel 0,080 D

V. 30,07 : 0,136.

0,182
0,181
0,182
0,177
0,177

Mittel 0,180 D

VI. 30,07 : 1,00.

0,112 D

VII. 19,86 : 0,136.

0,156
0,159
0,159
0,159
0,157
0,159

Mittel 0,158 D

VIII. 9,95 : 0,022.

0,143
0,139
0,144
0,140

Mittel 0,142 D

IX. 9,95 : 0,136.

0,123
0,125
0,126
0,129
0,128

Mittel 0,126 D

X. 5,02 : 0,022.

0,118
0,118

0,118
0,121
0,120
0,121
0,120
0,125
0,123
Mittel 0,121 D

XI. 5,02 : 0,136.
0,104
0,105
0,107
0,107
0,108
0,109
Mittel 0,107 D

XII. 1,00 : 0,022.
0,086
0,084
0,083
0,083
0,082
Mittel 0,084 D.

D) Cu | LiCl conc. + LiCl | H_2SO_4 + H_2SO_4 | Cu.

H_2SO_4; $\Delta = 1{,}067$ bei 19°.

Elektrom. Kraft 0,322
0,323
0,323
0,322
Mittel 0,323 D.

Tabelle über die elektromot. Kräfte der Combination

$Cu|LiCl_a + LiCl_a|LiCl_b + LiCl_b|Cu$.

L_a	L_b	Elektromotorische Kraft, D = 1		
		Beobachtet	Berechnet	
			L_a, L_b, $CuSO_4$	L_a, L_b, L_c
conc.	0,022	0,223	—	—
	0,136	0,209	0,210	—
	1,00	—	0,141	0,139
	5,02	0,101	0,101	0,102 ; 0,102
	9,95	0,080	0,082	0,081 ; 0,083
	19,86	—	0,053	0,051
	30,07	—	0,030	0,029
30,07	0,022	—	—	—
	0,136	0,180	0,180	—
	1,00	0,112	0,111	—
	5,02	—	0,071	0,073
	9,95	—	0,052	0,054
	19,86	—	0,023	0,022
19,86	0,022	—	—	—
	0,136	0,158	0,157	—
	1,00	—	0,088	—
	5,02	—	0,048	0,051
	9,95	—	0,029	0,032
9,95	0,022	0,142	—	0,143
	0,136	0,126	0,128	0,129
	1,00	—	0,059	0,058
	5,02	—	0,019	0,021; 0,021; 0,019
5,02	0,022	0,121	—	0,122
	0,136	0,107	0,109	0,108
	1,00	—	0,040	0,037
1,00	0,022	0,084	—	—
	0,136	—	0,069	0,068
0,136	0,022	—	—	0,014; 0,016; 0,014

Vorstehende Tabelle enthält unter der Bezeichnung L_a und L_b die in der Kette

$$Cu|LiCl_a + LiCl_a|LiCl_b + LiCl_b|Cu$$

angewendeten Chlorlithiumlösungen. Die in der ersten Rubrik angegebenen elektromot. Kräfte entstammen der directen Beobachtung; in den beiden anderen Rubriken sind dieselben berechnet, und zwar einmal durch Subtraction der zwei Combinationen

$$Cu|L_a + L_a|CuSO_4 + CuSO_4|Cu \text{ und}$$
$$Cu|L_b + L_b|CuSO_4 + CuSO_4|Cu,$$

das zweite Mal aus

$$Cu|L_a + L_a|L_c + L_c|Cu \text{ und}$$
$$Cu|L_b + L_b|L_c + L_c|Cu.$$

Die meist sehr gute Uebereinstimmung der Zahlen in den drei Rubriken lässt die Giltigkeit des Spannungsgesetzes für die Lösungen von Chorlithium und Kupfersulfat erkennen.

Calciumchlorid: $CaCl_2$.

Das Präparat, im krystallisirten Zustande bezogen, wurde etwa 20 Mal aus concentrirter Lösung zum Auskrystallisiren gebracht und dann erst die so erhaltenen Krystalle in Lösung verwendet.

A) Specifische Gewichte.

1. $CaCl_2$, conc. bei 17°5 $\Delta = 1{,}418$ bei 17°5.
   „ , conc. bei 16° $\Delta = 1{,}417$ bei 18°3.
   Nach Gerlach: $\Delta = 1{,}411$ bei 15°. [12])
2. verdünnte Lösung $\Delta = 1{,}015$ bei 15°6.

---

12) Gerlach, Salzlösungen p. 13.

B) $Cu|CaCl_2 + CaCl_2|CuSO_4 + CuSO_4|Cu$.

Verd. $CuSO_4$-Lösung, $\Delta = 1{,}003$ bei $18^0 5$.

I. $Cu|CaCl_2$ conc. $+ CaCl_2|CuSO_4 + CuSO_4|Cu$

0,307
0,308
0,303
0,304
0,301
0,304
0,303

Mittel 0,304 D.

II. $Cu|CaCl_2$ $\Delta = 1{,}015$ $+ CaCl_2|CuSO_4 + CuSO_4|Cu$

0,156
0,156

Mittel 0,156 D.

III. $Cu|CaCl_2$ conc. $+ CaCl_2$ conc. $|CaCl_2$ $\Delta = 1{,}015$ $+ CaCl_2$ $\Delta = 1{,}015|Cu$

0,149
0,149

Mittel 0,149 D. (berechnet 0,148 D.)

C) $Cu|CaCl_2$ conc. $+ CaCl_2|H_2SO_4 + H_2SO_4|Cu$

H_2SO_4 vom spec. Gewicht 1,067 bei 19^0
Elektrom. Kraft:

0,335
0,334
0,334
0,335

Mittel 0,335 D.

Strontiumchlorid: $SrCl_2$.

A) $Cu|SrCl_2 + SrCl_2|CuSO_4 + CuSO_4|\overline{Cu}$.

$CuSO_4$: Δ = 1,0038 bei 17°3.

I. concentrirte $SrCl_2$-Lösung; Δ = 1,370 bei 17°5.

Nach Gerlach 1,368 bei 15°.[13])

Elektrom. Kraft:

0,291
0,290
0,289
0,290

Mittel 0,290 D.

II. $SrCl_2$, der Conc. nahe; Δ = 1,365 bei 19°.

0,289
0,288

Mittel 0,289 D.

III. $SrCl_2$, der Conc. nahe; Δ = 1,360 bei 17°8.

0,285
0,283

Mittel 0,284 D.

B) $Cu|SrCl_2 + SrCl_2|H_2SO_4 + H_2SO_4|\overline{Cu}$.

$SrCl_2$, conc.; Δ = 1,365 bei 19°.
H_2SO_4, verd.; Δ = 1,083 bei 17°5.
Elektrom. Kraft:

0,333
0,335
0,334
0,334

Mittel 0,334 D.

---

13) Gerlach, Salzlösungen p. 15.

Baryumchlorid: $BaCl_2 + 2H_2O$.

A) Specifische Gewichte.

Gew.-T. des wasserhaltigen Salzes + 100 G.-T. H_2O	Δ	t°
conc. bei 16°8	1,2835 [14])	16°8
20	1,144	13°2
10	1,077	13°3
5	1,038	14°4
1	1,008	14°0
0,1	1,001	17°3
0,019	1,000	16°5
0,019	1,0004	14°2

B) Cu | $BaCl_2$ conc. + $BaCl_2$ | $CuSO_4$ + $CuSO_4$ | Cu.

$CuSO_4$, verd.; Δ = 1,003 bei 18°3.

Elektromot. Kraft:

0,253
0,251
0,248
0,249
0,253
0,251
0,251
0,248

Mittel 0,251 D.

14) 1,2827 bei 15°. Gerlach, Salzlösungen p. 14.
1,2837 bei 19°5. Kremer, Pogg. Ann. 99, p. 444.

	0,254
	0,254
im Mittel	0,254 D.

Ich gebe diese Zahlen unter Vorbehalt.

Magnesiumchlorid: $MgCl_2 + 6 H_2O$.

Da beim Erhitzen eine teilweise Zersetzung des Magnesiumchlorids in Oxyd und Chlorwasserstoff stattfindet, so wurde die concentrirte Lösung auf kaltem Wege bereitet.

A) Specifische Gewichte.

I. Lösung, der Conc. nahe; $\varDelta$ = 1,329 bei 16°.[15])
II. Lösung, verdünnt; $\varDelta$ = 1,013 bei 13°4.

B) $Cu|MgCl_2 + MgCl_2|CuSO_4 + CuSO_4|\overline{Cu}$.

$CuSO_4$ vom spec. Gewicht 1,003 bei 18°3.

I. $MgCl_2$, conc.: $CuSO_4$	0,275
	0,276
	0,276
	0,274
	0,274
	0,274
	0,276
	0,275
Mittel	0,275 D.

II. $MgCl_2$ verd.: $CuSO_4$.
$\varDelta$ = 1,013.

	0,140
	0,142
Mittel	0,141 D.

---

15) 1,3341 bei 15°; Gerlach, Salzlösungen p. 12.

III. $MgCl_2$, conc.: $MgCl_2$, verd.

0,134
0,137

Mittel 0,136 D; berechnet 0,134 D.

C) $Cu|MgCl_2 + MgCl_2|H_2SO_4 + H_2SO_4|\overline{Cu}$.

H_2SO_4; $\Delta = 1{,}067$ bei 19°.

I. $MgCl_2$, conc.: H_2SO_4.

0,319
0,319
0,324
0,318
0,317
0,320
0,323
0,322
0,324

Mittel 0,321 D.

II. $MgCl_2$, verd.: H_2SO_4.
$\Delta = 1{,}013$.

0,080
0,077
0,081
0,077
0,080
0,077

Mittel 0,079 D.

Iit Bezugnahme auf die pag. 15 ff. gemachten Aus- ersetzungen und mit Berücksichtigung der elektrom. der Combination

$$H_2SO_4 + H_2SO_4|CuSO_4 + CuSO_4|\overline{Cu} = 0{,}109\ D$$
,067 | 1,0038

berechnet sich die Potentialdifferenz der **Flüssigkeitskette**

$CuSO_4$	$MgCl_2$ + $MgCl_2$	H_2SO_4 + H_2SO_4	$CuSO_4$
1,0038		1,067	1,0038

I. für $MgCl_2$, conc.

als $0{,}109\,D - (0{,}275\,D - 0{,}321\,D) = 0{,}155\,D.$

II. für $MgCl_2$, verd.

$0{,}109\,D - (0{,}141\,D - 0{,}079\,D) = 0{,}047\,D.$

Der Einfluss der Concentration auf die elektrom. Kraft erweist sich hier noch bedeutender als bei Chlorkalium.

Manganchlorür: $MnCl_2 + 4\,H_2O$.

A) Specifische Gewichte.

conc. bei 19°; Δ = 1,509 bei 20°2.
conc. bei 18°; Δ = 1,502 bei 17°.
verd. Lösung; Δ = 1,034 bei 17°.

B) $Cu|MnCl_2 + MnCl_2|CuSO_4 + CuSO_4|Cu$.

$CuSO_4$: Δ = 1,003 bei 18° 5.

I. conc.: $CuSO_4$.

0,249
0,247
0,248
0,247
0,248
0,247
0,246

Mittel 0,247 D.

II. verdünnt: $CuSO_4$.
$\varDelta = 1{,}034$.

	0.182
	0,178
	0,181
Mittel	0,180 D.

III. conc.: verd.

	0,065
	0,067
Mittel	0,066 D.; berechnet: 0,067 D.

C) $Cu \mid MnCl_2 + MnCl_2 \mid H_2SO_4 + H_2SO_4 \mid \overline{Cu}$.
conc.

H_2SO_4 vom spec. Gewicht 1,067 bei 19°.

I. conc., bei 19°: H_2SO_4

	0,294
	0,298
	0,296
Mittel	0,296 D.

II. conc. bei 17°: H_2SO_4.

	0,293
	0,290
	0,295
	0,291
	0,291
	0,294
Mittel	0,292 D.

Nickelchlorür: $NiCl_2 + 6H_2O$.

Concentrirt bei 18°. $\varDelta = 1,558$ bei 18°.

A) Cu | $NiCl_2$ conc. + $NiCl_2$ | $CuSO_4$ + $CuSO_4$ | Cu.

$CuSO_4$, $\varDelta = 1,0038$ bei 17°3.

	0,232
	0,231
	0,231
	0,231
Mittel	0,231 D.

B) Cu | $NiCl_2$ conc. + $NiCl_2$ | H_2SO_4 + H_2SO_4 | Cu.

H_2SO_4 vom spec. Gew. 1,083 bei 17°5.

	0,265
	0,265
	0,266
Mittel	0,265 D.

Gerne hätte ich auch noch die übrigen in Wasser löslichen Chloride einer eingehenden Untersuchung unterworfen. Allein es stellen sich hier mancherlei Schwierigkeiten in den Weg, die mich veranlassten, diese Arbeit zunächst ruhen zu lassen. So zersetzen sich Zink- und Aluminiumchlorid, desgleichen Zinnchlorür sehr leicht in Salzsäure und das betr. Oxyd; aus Platin- und Quecksilberchlorid scheidet sich beim Einsenken von Kupferdrähten auf diesen metallisches Platin bezw. Quecksilber ab. Mit Kohlenstäben aber konnte ich bis jetzt keine gut überein-

stimmenden Resultate erzielen. So erhielt ich z. B. für die Combination

Kohle|$CuSO_4$ + $CuSO_4$|$CuCl_2$ + $CuCl_2$|$\overline{\text{Kohle}}$,
$CuSO_4$, Δ = 1,003 bei 18° 3 und
$CuCl_2$, conc. bei 15°, Δ = 1,546 bei 15°,
Werte von 0,348 D bis 0,374 D.

Resultate.

I. Wenn in der Combination

Cu|L + L|$CuSO_4$ + $CuSO_4$|$\overline{\text{Cu}}$

für L nacheinander die concentrirten wässerigen Lösungen der Chloride:

Chlorkalium, Chlornatrium, Chlorammonium, Chlorlithium, Chlorcalcium, Chlorstrontium, Chlorbaryum, Chlormagnesium Chlormangan und Chlornickel

substituirt werden, so erhält man folgende elektromotorische Kräfte unter Anwendung von verdünnter $CuSO_4$-Lösung vom spec. Gewicht 1,003 bis 1,004:

Chlorid	Elektrom. Kraft D = 1
NH_4Cl	0,318
KCl	0,315
LiCl	0,308
$CaCl_2$	0,304
NaCl	0,302
$SrCl_2$	0,290
$MgCl_2$	0,275
$BaCl_2$	0,251
$MnCl_2$	0,247
$NiCl_2$	0,231

Die Reihe, in welche sich die genannten Chloride hiebei ordnen, bleibt dieselbe, wenn an die Stelle von Kupfersulfat destillirtes Wasser tritt.

II. Verwendet man statt der gesättigten Lösungen Verdünnungen obiger Salze, so nimmt die elektromotorische Kraft der Elemente

$$Cu|L + L|CuSO_4 + CuSO_4|Cu$$

und

$$Cu|L + L|H_2O + H_2O|Cu$$

mit dem Salzgehalt der Lösung ab.

Der Einfluss der Concentration des Chlorids auf die elektromotorische Kraft der Kette ist ein sehr bedeutender; die Unterschiede werden am grössten für NH_4Cl, am kleinsten für $NiCl_2$.

III. Der Anordnung

$Cu|L_1 + L_1|L_2 + L_2|\overline{Cu} = + e$ ($\overline{Cu}$ = zur Erde abgeleitet)

entspricht ein Strom in der Richtung von L_1 zu L_2.

Der Strom geht also vom Chlorid zu $CuSO_4$, bez. H_2O und von der concentrirteren zur verdünnteren Lösung.

IV. Das Volta'sche Spannungsgesetz gilt für verschiedenprocentige Lösungen obiger Chloride in Berührung mit destillirtem Wasser und einer Kupfersulfatlösung.

V. Die Combination

$$Cu|L + L|H_2SO_4 + H_2SO_4|\overline{Cu}$$

liefert für die gesättigten Lösungen der Chloride

KCl, $NaCl$, NH_4Cl, $LiCl$, $CaCl_2$, $SrCl_2$, $BaCl_2$, $MgCl_2$, $MnCl_2$ und $NiCl_2$

eine andere Reihe als das Element

$$Cu|L + L|CuSO_4 + CuSO_4|Cu,$$ nämlich:

Chlorid	Specifisches Gewicht von H_2SO_4		Elektrom. Kraft D = 1
$CaCl_2$	1,067	19°	0,335
$SrCl_2$	1,083	17°5	0,334
LiCl	1,067	19°	0,323
$MgCl_2$	1,067	19°	0,321
$MnCl_2$	1,067	19°	0,294
NH_4Cl	1,083	17°5	0,288
NaCl	1,067	19°	0,287
KCl	1,067	19°	0,286
$NiCl_2$	1,083	17°5	0,265
$BaCl_2$	1,083	17°5	(0,254)

VI. Auch hier nimmt die elektromotorische Kraft mit dem Salzgehalt der Lösung ab; doch macht sich der Einfluss des Concentrationsgrades noch stärker geltend als in den früheren Combinationen.

VII. Der Strom geht in der Kette

$$Cu|L + L|H_2SO_4 + H_2SO_4|Cu$$

vom Chlorid zur Säure, bei Anwendung sehr verdünnter Lösungen von der Säure zum Chlorid, bez. Wasser.

VIII. Das Spannungsgesetz gilt nicht für die Chloride in Berührung mit verdünnter Schwefelsäure.

Die Reihe, in welche sich die genannten Chloride hiebei ordnen, bleibt dieselbe, wenn an die Stelle von Kupfersulfat destillirtes Wasser tritt.

II. Verwendet man statt der gesättigten Lösungen Verdünnungen obiger Salze, so nimmt die elektromotorische Kraft der Elemente

$$Cu|L + L|CuSO_4 + CuSO_4|Cu$$

und

$$Cu|L + L|H_2O + H_2O|Cu$$

mit dem Salzgehalt der Lösung ab.

Der Einfluss der Concentration des Chlorids auf die elektromotorische Kraft der Kette ist ein sehr bedeutender; die Unterschiede werden am grössten für NH_4Cl, am kleinsten für $NiCl_2$.

III. Der Anordnung

$Cu|L_1 + L_1|L_2 + L_2|\overline{Cu} = +e$ ($\overline{Cu}$ = zur Erde abgeleitet)

entspricht ein Strom in der Richtung von L_1 zu L_2.

Der Strom geht also vom Chlorid zu $CuSO_4$, bez. H_2O und von der concentrirteren zur verdünnteren Lösung.

IV. Das Volta'sche Spannungsgesetz gilt für verschiedenprocentige Lösungen obiger Chloride in Berührung mit destillirtem Wasser und einer Kupfersulfatlösung.

V. Die Combination

$$\mathbf{Cu|L + L|H_2SO_4 + H_2SO_4|\overline{Cu}}$$

liefert für die gesättigten Lösungen der Chloride

KCl, $NaCl$, NH_4Cl, $LiCl$, $CaCl_2$, $SrCl_2$, $BaCl_2$, $MgCl_2$, $MnCl_2$ und $NiCl_2$

eine andere Reihe als das Element

$$Cu|L + L|CuSO_4 + CuSO_4|Cu,$$ nämlich:

Chlorid	Specifisches Gewicht von H_2SO_4		Elektrom. Kraft D = 1
$CaCl_2$	1,067	19°	0,335
$SrCl_2$	1,083	17°5	0,334
LiCl	1,067	19°	0,323
$MgCl_2$	1,067	19°	0,321
$MnCl_2$	1,067	19°	0,294
NH_4Cl	1,083	17°5	0,288
NaCl	1,067	19°	0,287
KCl	1,067	19°	0,286
$NiCl_2$	1,083	17°5	0,265
$BaCl_2$	1,083	17°5	(0,254)

VI. Auch hier nimmt die elektromotorische Kraft mit dem Salzgehalt der Lösung ab; doch macht sich der Einfluss des Concentrationsgrades noch stärker geltend als in den früheren Combinationen.

VII. Der Strom geht in der Kette

$$Cu|L + L|H_2SO_4 + H_2SO_4|Cu$$

vom Chlorid zur Säure, bei Anwendung sehr verdünnter Lösungen von der Säure zum Chlorid, bez. Wasser.

VIII. Das Spannungsgesetz gilt nicht für die Chloride in Berührung mit verdünnter Schwefelsäure.

IX. Die elektromotorische Kraft der Flüssigkeitskette

$$\left.\begin{matrix} CuSO_4 \\ 1{,}003 \end{matrix}\right| L + L \left|\begin{matrix} H_2SO_4 \\ 1{,}067 \end{matrix}\right. + \left.\begin{matrix} H_2SO_4 \\ 1{,}067 \end{matrix}\right|\begin{matrix} CuSO_4 \\ 1{,}003 \end{matrix},$$

in der die Glieder $CuSO_4$ und H_2SO_4 constant bleiben, ändert sich beträchtlich mit dem Salzgehalt der Lösung L.



Zu Kittler's Abh: Spannungsdifferenzen zwischen sich berührenden Flüssigkeiten.

——— $Cu \mid KCl + . KCl \mid Cu . SO_4 + Cu\, SO_4 \mid \overline{Cu}.$

- - - - - $Cu \mid KCl + . KCl \mid H_2 . SO_4 + H_2 . SO_4 \mid \overline{Cu}.$


UNIVERSITY
OF CALIFORNIA

Herr Professor v. Jolly legt vor und bespricht:

Theorie der elliptischen Doppelbrechung.

Von E. Lommel.

In einer vorausgegangenen Mittheilung[1]) habe ich gezeigt, dass sich die Drehung der Polarisationsebene in isotropen Mitteln aus den einfachen Vorstellungen, welche meiner Lichttheorie zu Grunde liegen, in befriedigender Weise erklärt. Die nämlichen Principien, auf die Fortpflanzung des Lichtes in krystallisirten Körpern angewandt, führen auch zur Erklärung der elliptischen Doppelbrechung. Man braucht den Gleichungen, welche die Mitbewegung der Körpertheilchen in Krystallen bestimmen[2]), nur diejenigen Glieder hinzuzufügen, welche der vorigen Mittheilung zufolge die Einwirkung des schraubenartigen Baues der Moleküle ausdrücken, während die Bewegungsgleichungen des Aethers ungeändert die nämlichen bleiben wie in isotropen Körpern.

Bildet die Normale der fortgepflanzten ebenen Welle, zugleich die z-Achse unseres rechtwinkligen Coordinatensystems, mit der Richtung der Schraubenaxen der Moleküle einen Winkel, dessen Cosinus w_3 ist, so sind

$$- 2\,\delta w_3^2 m \frac{d(y'-y)}{dt} \quad \text{und} \quad + 2\,\delta w_3^2 m \frac{d(x'-x)}{dt}$$

---

1) Diese Sitzungsberichte, Bd. 11. p. 454. 1881.

2) Wied. Ann. Bd. 4. p. 58. 1878.

die Zusatzglieder, welche zu den resp. nach der x- und y-Axe gerichteten Kraftcomponenten hinzugefügt werden müssen. Die Schraubenaxe jedes Moleküls nehmen wir als zusammenfallend an mit einer seiner drei auf einander senkrechten Elasticitätsaxen. In Bezug auf diese gegebenen Richtungen wird die Lage des Coordinatensystems, dessen xy-Ebene die fortgepflanzte Welle ist, bestimmt durch die Cosinus

$$u_1, v_1, w_1; \; u_2, v_2, w_2; \; u_3, v_3, w_3$$

der Winkel, welche resp. die x-, y- und z-Axe mit jenen drei Richtungen einschliessen.

Die Bewegungsgleichungen der Körpertheilchen lauten alsdann:

$$(1) \quad \begin{cases} m \dfrac{d^2(x'-x)}{dt^2} + 2\,km \dfrac{d(x'-x)}{dt} + 2\,\delta w_3^2 m \dfrac{d(y'-y)}{dt} \\ \quad + mN_1(x'-x) + mT_3(y'-y) + mT_2(z'-z) \\ \quad + 2\,m\nu \left(\dfrac{d\xi'}{dt} - \dfrac{dx'}{dt}\right) = 0, \\ m \dfrac{d^2(y'-y)}{dt^2} - 2\,\delta w_3^2 m \dfrac{d(x'-x)}{dt} + 2\,km \dfrac{d(y'-y)}{dt} \\ \quad + mT_3(x'-x) + mN_2(y'-y) + mT_1(z'-z) \\ \quad + 2\,m\nu \left(\dfrac{d\eta'}{dt} - \dfrac{dy'}{dt}\right) = 0, \end{cases}$$

diejenigen des Aethers aber wie immer:

$$(2) \quad \begin{cases} \mu \dfrac{d^2(x-\xi')}{dt^2} = \omega^2 \left(\dfrac{d^2(x-\xi')}{dx^2} + \dfrac{d^2(x-\xi')}{dy^2} + \dfrac{d^2(x-\xi')}{dz^2}\right) \\ \quad + 2\,m\nu \left(\dfrac{d\xi'}{dt} - \dfrac{dx'}{dt}\right), \\ \mu \dfrac{d^2(y-\eta')}{dt^2} = \omega^2 \left(\dfrac{d^2(y-\eta')}{dx^2} + \dfrac{d^2(y-\eta')}{dy^2} + \dfrac{d^2(y-\eta')}{dz^2}\right) \\ \quad + 2\,m\nu \left(\dfrac{d\eta'}{dt} - \dfrac{dy'}{dt}\right). \end{cases}$$

Darin bedeuten x, y, z die rechtwinkligen Coordinaten der gemeinschaftlichen Gleichgewichtslage der in demselben Volumenelement enthaltenen Körpermasse m und Aethermasse μ, und x', y', z'; ξ, η', ζ' ihre resp. Coordinaten zur Zeit t. Ferner ist:

$$(3)\begin{cases} N_1 = p_1^2u_1^2 + p_2^2v_1^2 + p_3^2w_1^2 \\ N_2 = p_1^2u_2^2 + p_2^2v_2^2 + p_3^2w_2^2 \\ N_3 = p_1^2u_3^2 + p_2^2v_3^2 + p_3^2w_3^2 \end{cases}$$

$$(4)\begin{cases} T_1 = p_1^2u_2u_3 + p_2^2v_2v_3 + p_3^2w_2w_3 \\ T_2 = p_1^2u_1u_3 + p_2^2v_1v_3 + p_3^2w_1w_3 \\ T_3 = p_1^2u_1u_2 + p_2^2v_1v_2 + p_3^2w_1w_2, \end{cases}$$

wo p_1, p_2, p_3 die mit 2π multiplicirten Schwingungszahlen der Eigenschwingungen darstellen, deren das Molekül parallel zu seinen drei Elasticitätsaxen fähig ist.

Man genügt den obigen Differentialgleichungen durch das Werthsystem:

$$(5)\begin{cases} x-\xi' = Al, \quad y-\eta' = Bl, \quad z-\zeta' = 0, \\ x'-x = Ll, \quad y'-y = Ml, \quad z'-z = 0, \\ l = e^{-(K+\frac{q}{c}i)z + qit}, \end{cases}$$

worin q die mit 2π multiplicirte Schwingungszahl der fortgepflanzten Welle ausdrückt, während die Constanten A, B, L, M, ferner die Fortpflanzungsgeschwindigkeit c und das Absorptionsvermögen K noch zu bestimmen sind.

Setzt man die Werthe (5) in die Gleichungen (2), so werden sie:

$$\mu q^2 + \omega^2\left(K + \frac{q}{c}i\right)^2 - 2\,m\nu qi\left(1 + \frac{L}{A}\right) = 0,$$

$$\mu q^2 + \omega^2\left(K + \frac{q}{c}i\right)^2 - 2\,m\nu qi\left(1 + \frac{M}{B}\right) = 0,$$

und zeigen zunächst, dass

$$(6) \qquad \frac{L}{A} = \frac{M}{B} = \varrho$$

sein muss, während zur Bestimmung von K und c die einzige complexe Gleichung

$$(7) \quad \mu q^2 + \omega^2\left(K + \frac{q}{c}i\right)^2 - 2\,m\nu qi(1 + \varrho) = 0$$

zurückbleibt.

Die Gleichungen (1) dagegen nehmen nach Substitution der Werthe (5) die folgende Gestalt an:

$$(N_1 - q^2 + 2(k-\nu)qi)\,L + (T_3 + 2\,\delta w_3^2 qi)\,M - 2\,\nu qiA = 0,$$
$$(N_2 - q^2 + 2(k-\nu)qi)\,M + (T_3 - 2\,\delta w_3^2 qi)\,L - 2\,\nu qiB = 0,$$

oder wenn man gemäss (6) $L = A\varrho$, $M = B\varrho$ einführt und

$$(8) \qquad 2\,qi\left(\frac{\nu}{\varrho} + \nu - k\right) = s$$

setzt:

$$(9) \quad \begin{cases} N_1 - q^2 - s + \left(T_3 + 2\,\delta w_3^2 qi\right)\frac{B}{A} = 0, \\ N_2 - q^2 - s + \left(T_3 - 2\,\delta w_3^2 qi\right)\frac{A}{B} = 0. \end{cases}$$

Werden diese beiden Gleichungen, nachdem

$$(10) \qquad \frac{B}{A} = \beta$$

gesetzt worden, von einander abgezogen, so ergibt sich zur Bestimmung von β die Gleichung:

$$(11) \quad (T_3 + 2\,\delta w_3^2 qi)\beta^2 - (N_2 - N_1)\beta - (T_3 - 2\,\delta w_3^2 qi) = 0,$$

aus welcher zwei Werthe von β, nämlich

$$(12) \qquad \beta = \frac{T_3 - 2\,\delta w_3^2 qi}{T_3^2 + 4\,\delta^2 w_3^4 q^2} \times$$
$$\left(\tfrac{1}{2}(N_2 - N_1) \pm \sqrt{\tfrac{1}{4}(N_2 - N_1)^2 + T_3^2 + 4\,\delta^2 w_3^4 q^2}\right),$$

hervorgehen, zu welchen vermöge (9) die folgenden zwei Werthe von s sich zuordnen:

$$(13) \qquad s = \tfrac{1}{2}(N_1 - q^2 + N_2 - q^2)$$
$$\pm \sqrt{\tfrac{1}{4}(N_2 - N_1)^2 + T_3^2 + 4\,\delta^2 w_3^4 q^2}.$$

Da nach (8):

$$\varrho = \frac{si + 4\,\nu(k - \nu)q^2}{s^2 + 4\,(k - \nu)^2 q^2}$$

ist, so zerfällt die Gleichung (7) in folgende zwei:

$$(14) \quad \begin{cases} \dfrac{1}{c^2} - \dfrac{K^2}{q^2} = \dfrac{\mu}{\omega^2}\left(1 + \dfrac{4\,m\nu^2}{\mu} \cdot \dfrac{s}{s^2 + 4(k - \nu)^2 q^2}\right), \\ 2 \cdot \dfrac{K}{q} \cdot \dfrac{1}{c} = \dfrac{\mu}{\omega^2} \cdot \dfrac{2\,m\nu}{\mu q} \cdot \dfrac{s^2 + 4\,k(k - \nu)q^2}{s^2 + 4\,(k - \nu)^2 q^2}, \end{cases}$$

aus welchen sich, wenn man zur Abürzung

$$(15) \quad \begin{cases} 1 + \dfrac{4\,m\nu^2}{\mu} \cdot \dfrac{s}{s^2 + 4(k - \nu)^2 q^2} = P \\ \dfrac{2\,m\nu}{\mu q} \cdot \dfrac{s^2 + 4\,k(k - \nu)q^2}{s^2 + 4\,(k - \nu)^2 q^2} = Q \end{cases}$$

setzt und $\omega/\sqrt{\mu}$, d. i. die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes im freien Aether, gleich 1 annimmt, c und K wie folgt ergeben:

$$(16) \quad \begin{cases} \dfrac{1}{c^2} = \tfrac{1}{2}\left(\sqrt{P^2 + Q^2} + P\right), \\ \dfrac{K^2}{q^2} = \tfrac{1}{2}\left(\sqrt{P^2 + Q^2} - P\right). \end{cases}$$

Jedem der beiden Werthe von s oder β, welche wir fortan mit s_1, s_2 und β_1, β_2 bezeichnen wollen, entspricht hienach ein zugehöriger Werth der Fortpflanzungsgeschwindigkeit (c_1 und c_2) und des Absorptionsvermögens (K_1 und K_2).

Es ist aber

$$\beta_1 = \frac{T_3 - 2\,\delta w_3^2 q i}{T_3^2 + 4\,\delta^2 w_3^4 q^2}\left(\sqrt{\tfrac{1}{4}(N_2 - N_1)^2 + T_3^2 + 4\,\delta^2 w_3^4 q^2} + \tfrac{1}{2}(N_2 - N_1)\right),$$

oder, wenn man

$$(17)\quad \begin{cases} \cos\psi = \dfrac{T_3}{\sqrt{T_3^2 + 4\,\delta^2 w_3^4 q^2}}, \\[2ex] \sin\psi = \dfrac{2\,\delta w_3^2 q}{\sqrt{T_3^2 + 4\,\delta^2 w_3^4 q^2}}, \end{cases}$$

und

$$(18)\quad \alpha = \frac{\sqrt{T_3^2 + 4\,\delta^2 w_3^4 q^2}}{\sqrt{\tfrac{1}{4}(N_2 - N_1)^2 + T_3^2 + 4\,\delta^2 w_3^4 q^2} + \tfrac{1}{2}(N_2 - N_1)}$$

setzt,

$$(19)\quad \beta_1 = \frac{1}{\alpha}\cdot e^{-\psi i} \quad \text{und} \quad \beta_2 = -\alpha\,.\,e^{-\psi i}.$$

Da sonach $A = B/\beta_1 = \alpha e^{\psi i} B$ ist, so erhält man, indem man der Einfachheit wegen ξ statt $x - \xi'$ und η statt $y - \eta'$ schreibt, zur Geschwindigkeit c_1 gehörig die beiden Schwingungscomponenten:

$$\xi_1 = \alpha B e^{-(K_1 + \frac{q}{c_1} i)z + qit + \psi i}, \quad \eta_1 = B e^{-(K_1 + \frac{q}{c_1} i)z + qit};$$

und ebenso, da $B = \beta_2 A = -\alpha e^{-\psi i} A$ ist, die mit der Geschwindigkeit c_2 sich fortpflanzenden Schwingungen:

$$\xi_2 = Ae^{-(K_2+\frac{q}{c_2}i)z+qit}, \quad \eta_2 = -\alpha A e^{-(K_2+\frac{q}{c_2}i)z+qit-\psi i},$$

oder, wenn man bloss die reellen Antheile dieser Ausdrücke beibehält:

$$(20)\quad \begin{cases} \xi_1 = \alpha B e^{-K_1 z}\cos(qt - \frac{q}{c_1}z + \psi), \\ \eta_1 = B e^{-K_1 z}\cos(qt - \frac{q}{c_1}z), \end{cases}$$

$$(21)\quad \begin{cases} \xi_2 = A e^{-K_2 z}\cos(qt - \frac{q}{c_2}z), \\ \eta_2 = -\alpha A e^{-K_2 z}\cos(qt - \frac{q}{c_2}z - \psi). \end{cases}$$

Indem man zur Abkürzung $Be^{-K_1 z} = a_1$, $Ae^{-K_2 z} = a_2$ setzt, erkennt man leicht, dass ξ_1, η_1 einerseits und ξ_2, η_2 andrerseits resp. die Coordinaten der beiden Ellipsen:

$$(22)\quad \frac{\xi_1^2}{\alpha^2 a_1^2} + \frac{\eta_1^2}{a_1^2} - \frac{2\xi_1\eta_1\cos\psi}{\alpha a_1^2} = \sin^2\psi$$

und

$$(23)\quad \frac{\xi_2^2}{a_2^2} + \frac{\eta_2^2}{\alpha^2 a_2^2} + \frac{2\xi_2\eta_2\cos\psi}{\alpha a_2^2} = \sin^2\psi$$

sind, und es ergibt sich somit, dass nach der gegebenen Richtung in dem Krystall zwei entgegengesetzt elliptisch polarisirte Wellen, deren Bahnellipsen einander ähnlich, aber um einen rechten Winkel gegen einander gedreht sind, mit verschiedenen Geschwindigkeiten fortschreiten.

Betrachten wir nun die Bahnellipsen etwas genauer, indem wir z. B. die Gleichung der ersteren (22), welche der grösseren Geschwindigkeit c_1 entspricht, zu ihren Axen

transformiren, so bestimmt sich der Winkel φ, welchen die Axenrichtung mit der x-Axe einschliesst, aus der Gleichung:

$$\text{tg}2\varphi = -\frac{2\,\alpha\cos\psi}{1-\alpha^2}, \tag{22}$$

welche, wenn statt α und $\cos\psi$ die obigen Werthe eingesetzt werden, in

$$\text{tg}2\varphi = -\frac{2\,T_3}{N_2 - N_1} \tag{24a}$$

sich umgestaltet.

Nun haben wir früher [1]) gezeigt, dass die Schwingungsrichtungen und die Geschwindigkeiten der beiden geradlinig polarisirten Wellen, welche sich in dem Krystall bei gewöhnlicher Doppelbrechung fortpflanzen, durch die Axen der Ellipse

$$(N_1 - q^2)x^2 + (N_2 - q^2)y^2 + 2\,T_3xy = 1$$

bestimmt werden, welche ein senkrecht zur Wellennormale geführter Diametralschnitt des „Absorptionsellipsoides" ist, dessen Gleichung, auf das Coordinatensystem der Haupt-Elasticitätsaxen bezogen,

$$(p_1^2 - q^2)x_1^2 + (p_2^2 - q^2)y_1^2 + (p_3^2 - q^2)z_1^2 = 1$$

lautet. Transformirt man auch diese Ellipse zu ihren Axen, so ergibt sich der Winkel φ', den die Axenrichtung mit der Richtung der x bildet, aus der Gleichung

$$\text{tg}2\varphi' = -\frac{2\,T_3}{N_2 - N_1},$$

also genau wie oben (24a). Die Axenrichtungen der Bahnellipse (22) fallen sonach mit denjenigen der letzteren Ellipse zusammen, und man überzeugt sich leicht, dass die grosse

1) Theorie der Doppelbrechung, Wied. Ann. 4. p. 60.

Axe der ersteren mit derjenigen Axe der letzteren coincidirt, zu welcher die Fortpflanzungsgeschwindigkeit c_1 gehört. Es ergibt sich also, dass die grossen Axen der beiden Bahnellipsen dieselbe Lage haben, wie die gradlinigen Schwingungen, welche sich mit den entsprechenden Geschwindigkeiten in dem Krystall fortpflanzen würden, wenn seine Moleküle symmetrisch gebaut wären.

Vermöge derselben Transformationsrechnung findet man sofort auch das Axenverhältniss γ der beiden Bahnellipsen, nämlich:

$$(22) \qquad \gamma = \frac{2\,\alpha \sin\psi}{1 + \alpha^2 + \sqrt{(1 - \alpha^2)^2 + 4\alpha^2\cos^2\psi}},$$

oder auch, wenn man statt α und ψ ihre obigen Werthe einführt:

$$(25a) \qquad \gamma = \frac{2\,\delta w_3^2 q}{\sqrt{\frac{1}{4}(N_2 - N_1)^2 + T_3^2 + 4\delta^2 w_3^4 q^2} + \sqrt{\frac{1}{4}(N_2 - N_1)^2 + T_3^2}}.$$

Dieses Verhältniss wird $= 0$, wenn $w_3 = 0$ ist, d. h. nach allen Richtungen senkrecht zur Schraubenaxe pflanzen sich geradlinig polarisirte Strahlen fort, und zwar, wie schon aus den Grundgleichungen (1) hervorgeht, nach den Gesetzen der gewöhnlichen Doppelbrechung.

Das Verhältniss γ wird dagegen $= 1$, wenn $T_3 = 0$ und $N_2 = N_1$ wird, d. h. wenn der obige Diametralschnitt des Absorptionsellipsoids mit der Wellenebene ein Kreis ist, oder wenn die Wellennormale mit einer der beiden optischen Axen zusammenfällt. Die optischen Axen sind also jetzt dadurch ausgezeichnet, dass sich in ihrer Richtung zwei entgegengesetzt kreisförmig polarisirte Wellen mit verschiedenen Geschwindigkeiten fortpflanzen. Ihre Lage ist, wie man sieht, von der Grösse δ unabhängig und demnach

genau dieselbe, welche sie unter den nämlichen Elasticitätsverhältnissen in einem Krystall ohne Rotationsvermögen besitzen würden. Diese Circularpolarisation kann indessen nur dann eintreten, wenn die Schraubenaxe in die Richtung der grössten oder der kleinsten molekularen Elasticität fällt; wenn dagegen die Schraubenaxe mit der Richtung mittlerer Elasticität zusammenfällt, und demnach senkrecht steht zur Ebene der optischen Axen, so findet in dieser, wegen $w_3 = 0$, Doppelbrechung nach den gewöhnlichen Gesetzen statt.

Der Phasenunterschied D der beiden elliptischen Wellen ist:

$$D = qz\left(\frac{1}{c_2} - \frac{1}{c_1}\right) = qz \cdot \frac{\frac{1}{c_2^2} - \frac{1}{c_1^2}}{\frac{1}{c_2} + \frac{1}{c_1}}.$$

Bei farblos durchsichtigen Krystallen, für welche das Absorptionsvermögen K sehr klein und demnach (zufolge der zweiten Gleichung 16) auch Q sehr klein ist, kann man genähert

$$\frac{1}{c^2} = P$$

nehmen. Vernachlässigt man in dem Nenner des Ausdrucks P (erste der Gleichungen 15) auch noch die kleine Grösse $4(k-\nu)^2q^2$ gegenüber s^2, so erhält man:

$$\frac{1}{c_2^2} - \frac{1}{c_1^2} = P_2 - P_1 = \frac{4m\nu^2}{\mu}\left(\frac{1}{s_2} - \frac{1}{s_1}\right) = \frac{4m\nu^2}{\mu} \cdot \frac{s_1 - s_2}{s_1 s_2},$$

also mit Rücksicht auf Gleichung (13):

$$(26) \qquad D = qz \cdot \frac{4m\nu^2}{\mu} \cdot \frac{2}{s_1 s_2\left(\frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2}\right)} \cdot \sqrt{\tfrac{1}{4}(N_2 - N_1)^2 + T_3^2 + 4\delta^2 w_3^4 q^2}.$$

Statt wie bisher die Richtung der Wellennormale durch die Cosinus u_3, v_3, w_3 der drei Winkel, welche sie mit den drei Hauptelasticitätsaxen einschliesst, anzugeben, führen wir jetzt die Winkel ϑ_1 und ϑ_2 ein, welche sie mit den beiden optischen Axen, d. i. mit den Normalen der Kreisschnitte des Ellipsoids

$$(p_1^2 - q^2)x_1^2 + (p_2^2 - q^2)y_1^2 + (p_3^2 - q^2)z_1^2 = 1$$

bildet. Die reciproken Quadrate s'_1 und s'_2 der Halbaxen des der Wellenebene parallelen Diametralschnitts sind alsdann bekanntlich durch die Gleichungen:

$$s'_1 = \frac{1}{2}(p_1^2 + p_3^2 - 2q^2) + \frac{1}{2}(p_1^2 - p_3^2)\cos(\vartheta_1 - \vartheta_2)$$

$$s'_2 = \frac{1}{2}(p_1^2 + p_3^2 - 2q^2) + \frac{1}{2}(p_1^2 - p_3^2)\cos(\vartheta_1 + \vartheta_2)$$

ausgedrückt, aus welchen

$$s'_1 - s'_2 = (p_1^2 - p_3^2)\sin\vartheta_1\sin\vartheta_2$$

folgt. Anderseits ergibt sich aus der Gleichung dieses Diametralschnitts:

$$(N_1 - q^2)x^2 + (N_2 - q^2)y^2 + 2T_3xy = 1$$

die nämliche Differenz in folgender Gestalt:

$$s'_1 - s'_2 = 2\sqrt{\frac{1}{4}(N_2 - N_1)^2 + T_3^2},$$

so dass man hat:

$$(27)\quad \frac{1}{4}(N_2 - N_1)^2 + T_3^2 = \left(\frac{1}{2}(p_1^2 - p_3^2)\sin\vartheta_1\sin\vartheta_2\right)^2.$$

Bezeichnen wir ferner mit Θ den Winkel, den jede der optischen Axen mit der z_1-Axe (d. ist mit der zur Schraubenaxe parallelen Haupt-Elasticitätsrichtung) bildet, so ist

$$\cos\vartheta_1 = u_3\sin\Theta + w_3\cos\Theta$$

$$\cos\vartheta_2 = - u_3\sin\Theta + w_3\cos\Theta,$$

folglich:

$$w_3 = \frac{\cos\vartheta_1 + \cos\vartheta_2}{2\cos\Theta},$$

oder, da

$$\cos\Theta = \sqrt{\frac{p_2^2 - p_3^2}{p_1^2 - p_3^2}}$$

ist:

$$(28) \qquad w_3^2 = \frac{1}{4} \cdot \frac{p_1^2 - p_3^2}{p_2^2 - p_3^2} \left(\cos\vartheta_1 + \cos\vartheta_2\right)^2.$$

Mit Rücksicht auf die Gleichungen (27) und (28) gestaltet sich nun der Ausdruck für den Phasenunterschied wie folgt:

$$(26a) \qquad D = qz \cdot \frac{4\,m\nu^2}{\mu} \cdot \frac{p_1^2 - p_3^2}{p_2^2 - p_3^2} \cdot \frac{(\cos\vartheta_1 + \cos\vartheta_2)^2}{s_1 s_2 \left(\frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2}\right)} \times$$

$$\sqrt{\left((p_1^2 - p_2^2) \cdot \frac{\sin\vartheta_1 \sin\vartheta_2}{(\cos\vartheta_1 + \cos\vartheta_2)^2}\right)^2 + \delta q^2}.$$

Hierin sind die Grössen s_1, s_2, c_1, c_2 nach Massgabe der Gleichungen (13), (15) und (16) ebenfalls noch von der Richtung der Wellenormale (oder von ϑ_1 und ϑ_2) abhängig. Man wird jedoch, ohne einen merklichen Fehler zu begehen, statt ihrer auch die Werthe s'_1, s'_2, c'_1 und c'_2 setzen dürfen, welche für den nämlichen Krystall bei normaler Doppelbrechung ($\delta = 0$) gelten würden, ja man wird, falls ϑ_1 und ϑ_2 hinreichend klein sind, den Nennėr

$$s_1 s_2 \left(\frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2}\right)$$

als constant ansehen dürfen, indem man ihm denjenigen Werth beilegt, welchen er für die z_1-Axe annimmt.

Werden jetzt auch noch in den Ausdruck für das Axenverhältniss (25a) die Winkel ϑ_1 und ϑ_2 eingeführt, so stellt sich derselbe noch in folgender Form dar:

$$(25b)\quad \gamma = \delta q : \left((p_2^2 - p_1^2)\frac{\sin\vartheta_1\sin\vartheta_2}{(\cos\vartheta_1 + \cos\vartheta_2)^2} + \sqrt{\left((p_2^2 - p_1^2)\frac{\sin\vartheta_1\sin\vartheta_2}{(\cos\vartheta_1 + \cos\vartheta_2)^2}\right)^2 + \delta^2 q^2}\right)$$

Die bisherigen Entwickelungen gelten ganz allgemein für zweiaxige Krystalle. Man erhält aus ihnen die für einaxige Krystalle giltigen Formeln, wenn man $p_2 = p_1$ und sonach $\vartheta_1 = \vartheta_2 = \vartheta$ setzt, wo nun $\vartheta = \arccos w_3$ den Winkel bedeutet, welchen die Wellennormale mit der optischen Axe, die zugleich die Axe des schraubenartigen Baues ist, einschliesst. Der Phasenunterschied wird alsdann:

$$(29)\qquad D = qz\cdot\frac{4\,m\nu^2}{\mu}\cdot\frac{\cos^2\vartheta}{s_1 s_2\left(\frac{1}{c_1}+\frac{1}{c_2}\right)}\sqrt{\left((p_1^2 - p_3^2)\operatorname{tg}^2\vartheta\right)^2 + 4^2\delta^2 q^2}.$$

Nun ist aber, wenn wir die bereits oben angewendete Annäherung zulassen:

$$\frac{1}{c_1^2} - 1 = \frac{4\,m\nu^2}{\mu}\cdot\frac{1}{s_1},\qquad \frac{1}{c_2^2} - 1 = \frac{4\,m\nu^2}{\mu}\cdot\frac{1}{s_2},$$

folglich:

$$\frac{4\,m\nu^2}{\mu}\cdot\frac{1}{s_1 s_2} = \frac{\mu}{4\,m\nu^2}\cdot\left(\frac{1}{c_1^2} - 1\right)\left(\frac{1}{c_2^2} - 1\right).$$

Mit demselben Grade der Annäherung hat man ferner [1]:

$$p_1^2 - q^2 = \frac{4\,m\nu^2}{\mu}\cdot\frac{1}{n^2 - 1},\qquad p_3^2 - q^2 = \frac{4\,m\nu^2}{\mu}\cdot\frac{1}{n'^2 - 1},$$

1) Wied. Ann. Bd. 4. p. 65. 1878.

also:

$$p_1^2 - p_2^2 = \frac{4\,m\nu^2}{\mu} \cdot \frac{n'^2 - n^2}{(n^2-1)(n'^2-1)},$$

wo n' den Hauptbrechungscoefficienten der aussergewöhnlichen, n denjenigen der gewöhnlichen Strahlen bezeichnet. Nach Einsetzung dieser Werthe ergibt sich:

$$(30) \qquad D = qz \cdot \frac{\left(\frac{1}{c_1^2}-1\right)\left(\frac{1}{c_2^2}-1\right)}{\frac{1}{c_1}+\frac{1}{c_2}} \times$$

$$\sqrt{\left(\frac{n'^2-n^2}{(n^2-1)(n'^2-1)}\sin^2\vartheta\right)^2 + \left(\frac{\mu\delta}{m\nu^2}\,q\cos^2\vartheta\right)^2}.$$

Wenn der Winkel ϑ klein ist, sind die Geschwindigkeiten c_1 und c_2 nur wenig von einander und von derjenigen Geschwindigkeit verschieden, welche bei Abwesenheit des Rotationsvermögens längs der Krystallaxe stattfinden würde. Man kann daher genähert

$$\frac{1}{c_1} = \frac{1}{c_2} = n$$

annehmen. Ersetzt man ferner q durch seinen Werth $2\pi/\lambda$, und dividirt beiderseits durch $2\pi z$, so dass die Formel nun den Gangunterschied

$$d = \frac{D}{2\pi z}$$

für die Einheit der im Krystall durchlaufenen Strecke nach Wellenlängen gemessen angibt, so hat man:

$$(31) \qquad d =$$

$$\sqrt{\left(\frac{n^2-1}{n'^2-1}\cdot\frac{n'^2-n^2}{2\,n\lambda}\sin^2\vartheta\right)^2 + \left(\frac{\pi\mu\delta}{m\nu^2}\cdot\frac{(n^2-1)^2}{n\lambda^2}\cos^2\vartheta\right)^2}.$$

Hieraus ergibt sich der Gangunterschied d_0 in der Richtung der Axe (für $\vartheta = 0$):

$$d_0 = \frac{\pi\mu\delta}{m\nu^2} \cdot \frac{(n^2 - 1)^2}{n\lambda^2},$$

oder, wenn zur Abkürzung

$$a = \frac{\pi\mu\delta}{m\nu^2}$$

gesetzt wird:

$$(32) \qquad d_0 = a \cdot \frac{(n^2 - 1)^2}{n\lambda^2}.$$

Setzen wir noch der Kürze wegen:

$$(33) \qquad b = \frac{n^2 - 1}{n'^2 - 1} \cdot \frac{n'^2 - n^2}{2n\lambda},$$

so erhalten wir für den Gangunterschied:

$$(34) \qquad d = \sqrt{(b\sin^2\vartheta)^2 + (d_0\cos^2\vartheta)^2},$$

und für das Axenverhältniss:

$$(35) \quad \gamma = \frac{d_0\cos^2\vartheta}{b\sin^2\vartheta + \sqrt{(b\sin^2\vartheta)^2 + (d_0\cos^2\vartheta)^2}}.$$

Diese beiden Gleichungen haben genau dieselbe Form wie diejenigen von Cauchy, mit welchen Jamin [1]) seine am Bergkrystall durchgeführten zahlreichen Messungen der Grössen d und γ verglichen hat, nur dass nach Cauchy

$$b = \frac{n}{n'} \cdot \frac{n' - n}{\lambda}$$

sein soll.

1) Jamin, Mémoire sur la double Réfraction elliptique du Quartz. Ann. de Chimie et de Physique. 3. Série. Tome 30. p. 55. 1850.

Jamin gibt die Wellenlänge des weissen Lichts, auf welches sich seine Beobachtungen beziehen, zu $\lambda = 0{,}000561$ mm an. Nehmen wir für n' und n aus den Beobachtungen von Mascart die Werthe für die Fraunhofer'sche Linie D, deren Wellenlänge der obigen am nächsten kommt, nämlich $n' = 1{,}55338$ und $n = 1{,}54423$, so ergibt sich nach Formel (33):

$$b = 16{,}030$$

während d_0 nach Jamins Messung den Werth 0,1200 hat. Indem Jamin den von Malus gegebenen Werth von n (1,5484) benutzt und $n' - n$ durch directe Messung zu 0,00905 bestimmt, findet er nach Cauchy's Formel:

$$b = 16{,}034.$$

Der Umstand, dass der Werth von b, welchen Jamin seiner Rechnung zu Grunde gelegt hat, so genau mit dem aus unserer Formel (33) sich ergebenden übereinstimmt, hat zur Folge, dass diese Rechnung unmittelbar als Bestätigung unserer Theorie anzusehen ist, und daher nicht wiederholt zu werden braucht.

Zu einer weiteren Bestätigung unserer Theorie gibt die Formel (32) Anlass. Dem Gangunterschiede d_0 ist nämlich die Drehung $\varDelta$ der Polarisationsebene proportional, welche eine senkrecht zur Axe geschnittene Bergkrystallplatte hervorbringt, oder es ist

$$\varDelta = C \cdot \frac{(n^2 - 1)^2}{n\lambda^2}. \tag{36}$$

Die folgende Tabelle, in welcher die von Stefan beobachteten Werthe der Drehungen für die verschiedenen Fraunhofer'schen Linien mit den aus Formel (36) unter Zugrundelegung der von Mascart gemessenen Brechungscoefficienten und der von Ketteler angewendeten Wellenlängen berechneten zusammengestellt sind, zeigt, dass die

Uebereinstimmung zwischen Theorie und Erfahrung eine sehr befriedigende ist.

Tabelle.

Drehung der Polarisationsebene im Quarz.

$\log C = 0,7831534$

Fraun-hofer'sche Linien	λ	n	Δ beobachtet	Δ berechnet	Differenz
B	0,68661	1,54099	15,55	15,79	— 0,24
C	0,65602	1,54188	17,22	17,35	— 0,13
D	0,58878	1,54423	21,67	21,74	— 0,07
E	0.52680	1,54718	27,46	27,46	0,00
F	0,48597	1.54966	32,69	32,57	+ 0,12
G	0,43077	1,55492	42,37	42,28	+ 0,09
H	0,39674	1,55816	50,98	50,46	+ 0,52

Die Formel (36) stellt übrigens nicht bloss für den Quarz, sondern für alle activen Körper den Zusammenhang dar zwischen der Drehung der Polarisationsebene, der Wellenlänge und dem Brechungscoefficienten; sie ist nichts anderes als das vervollständigte Biot'sche Gesetz. Man darf jedoch bei ihrer Anwendung nicht vergessen, dass sie aus den obigen genauen Formeln vermöge einer Reihe von Approximationen hervorgegangen ist, welche nicht für alle Körper in gleichem Grade zulässig sind, und darf daher auch nicht erwarten, dass sie sich in allen Fällen den Beobachtungen ebenso genau anschliesse wie in obigem Beispiel.

Berichtigung.

In der Abhandlung „Theorie der Drehung der Polarisationsebene" ist zu lesen:

pag. 455 Z. 8 von unten, pag. 456 Z. 2 und Z. 8 von unten, pag. 457 Z. 11 und Z. 13 von unten: k statt K.

pag. 457 Z. 1 von unten, pag. 458 Z. 12 von unten, pag. 459 Z. 7 von unten, pag. 460 Z. 2 und Z. 5 von oben: q statt 9.

pag. 459 Z. 7 von unten: c statt C.

Herr von Jolly legt eine Abhandlung des Herrn H. Schröder vor:

„Untersuchungen über die Abhängigkeit der Molecularrefraction flüssiger Verbindungen von ihrer chemischen Zusammensetzung."

§ 1. Durch die verdienstvollen Beobachtungen und Untersuchungen namentlich von Gladstone und Dale, von Landolt und von Wüllner ist der Nachweis geführt, dass der um die Einheit verminderte Brechungsindex n einer flüssigen oder festen Verbindung, die nun sogenannte lichtbrechende Kraft, sich mit der Temperatur nahe in derselben Weise ändert, wie die Dichte, und dass somit der Quotient $\frac{n-1}{d}$, das sogenannte specifische Brechungsvermögen, ein mit der Temperatur unveränderlicher, von der chemischen Natur der Verbindung abhängiger, Werth ist. Es ist diess zwar nur angenähert richtig, und z. B. für das Wasser bestimmt nicht genau, bei welchem sich nach Jamin für $\frac{n-1}{d}$ steigende Werthe mit abnehmender Temperatur ergeben. Aber es ist für die meisten Körper dieser Quotient so nahe constant, dass durch seine Veränderlichkeit die von der chemischen Natur der Stoffe abhängigen

Einflüsse auf ihr specifisches Brechungsvermögen nicht völlig verhüllt werden können.

Auch die dispergirende, d. i. farbenzerstreuende Kraft der Körper wird von der Dichtigkeit beeinflusst; es ist aber bis jetzt noch nicht gelungen, einen von der Temperatur unabhängigen Ausdruck für das Dispersionsvermögen zu finden.

Berthelot hat erstmals versucht, das specifische Brechungsvermögen auf chemisch vergleichbare Quantitäten, d. i. auf die Moleculargewichte, zu beziehen, und den Ausdruck $\frac{P(n^2-1)}{d}$, wo P das Moleculargewicht bezeichnet, dafür anzuwenden. Nachdem erwiesen war, dass nicht $\frac{n^2-1}{d}$, wie man früher annahm, sondern $\frac{n-1}{d}$ sich als ein von der Temperatur nahe unabhängiger Werth darstellt, hat Landolt dafür den Werth $\frac{P(n-1)}{d}$ zuerst in die Wissenschaft eingeführt. Er nannte diesen Werth das Refractionsaequivalent, und ich werde ihn nach Brühl's Vorgang, dessen Mittheilungen ich mich im Vorstehenden wesentlich angeschlossen habe, die Molecularrefraction nennen, und kurz mit Mr. bezeichnen.

Da das specifische Brechungsvermögen auf einen Lichtstrahl um so grösser ist, je kleiner die Wellenlänge des Lichts ist, aber der Zuwachs, den der Brechungsexponent für abnehmende Werthe der Wellenlänge erfährt, oder die Dispersion, für verschiedene Stoffe verschieden, und z. B. für die aromatischen Substanzen ein sehr viel grösserer ist, als für die Stoffe der Fettreihe, so war man bemüht, einen von der Dispersion freien Brechungsindex dadurch zu erhalten, dass man den Brechungsindex für einen Strahl von unendlich grosser Wellenlänge suchte. Die einfachste Formel hiezu rührt von Cauchy her. Ge-

setzt man habe für drei Strahlen mit den Wellenlängen λ_1, λ_2, λ_3 die Brechungsexponenten $\mu\lambda_1$, $\mu\lambda_2$, $\mu\lambda_3$ beobachtet, z. B. für die rothe Wasserstofflinie, die gelbe Natriumlinie und die grüne Wasserstofflinie, so kann man nach Cauchy setzen:

$$1)\ \mu\lambda_1 = A + \frac{A}{\lambda_1^2} + \frac{C}{\lambda_1^4}; \quad 2)\ \mu\lambda_2 = A + \frac{B}{\lambda_2^2} + \frac{C}{\lambda_2^4};$$

$$3)\ \mu\lambda_3 = A + \frac{B}{\lambda_3^2} + \frac{C}{\lambda_3^4}.$$

Aus diesen Gleichungen kann man die Werthe A, B und C berechnen, und der Werth A stellt dann den gesuchten Index für einen Strahl von unendlicher Wellenlänge dar; und $P.\frac{A-1}{d}$ ist die Molecularrefraction für einen Strahl von unendlicher Wellenlänge. Bei schwächer brechenden Substanzen genügen schon zwei Glieder in der Cauchy'schen Formel.

Wie Brühl in seiner schönen Arbeit, Liebig's Annalen Bd. 200 S. 169 mittheilt, stellte sich nun heraus, „dass bei schwach brechenden Körpern dieselben Gesetzmässigkeiten, welche sich durch Anwendung der Formel $P\frac{A-1}{d}$ ergeben, auch noch in gleicher Weise erkennbar sind, wenn statt des Index A derjenige für den rothen Strahl $\mu\alpha$ des Wasserstoffs eingesetzt wird. Mit voller Klarheit treten diese Gesetzmässigkeiten jedoch erst bei Anwendung der Constanten A hervor."

Ich werde im Folgenden zunächst nur die Molecularrefraction für den Strahl A, und zunächst auch nur die von Brühl aus seinen und Landolt's Beobachtungen in Liebig's Annalen Bd. 203 in sechs Tafeln zusammengestellten Werthe, da sie untereinander völlig vergleichbar sind, be-

nutzen. Eine Beobachtung von Landolt bezeichne ich kurz durch Nebensetzung des Zeichens L.; eine solche von Brühl durch Nebensetzung des Zeichens Br.

Wenn es mir gelungen ist, sehr allgemeine und sehr werthvolle Gesetzmässigkeiten über den Zusammenhang der chemischen Natur der Körper und ihrer Molecularrefraction aufzufinden, so bleiben dieselben doch gewiss in erster Linie nur den eminenten Vorarbeiten Landolts, und seinen und Brühl's ausgezeichneten Beobachtungen zu verdanken.

§ 2. Das Verhalten isomerer organischer Verbindungen ist mehrfach geprüft, und von allen Beobachtern, insbesondere von Landolt die Ansicht ausgesprochen und begründet worden, dass das specifische Brechungsvermögen isomerer Körper ein nahe gleichartiges sei; Brühl hat dem Satze die Einschränkung hinzugefügt, insofern die Valenzen bei den isomeren Körpern in gleicher Weise in Anspruch genommen sind, nachdem schon Gladstone die Thatsache vieler Ausnahmen hervorgehoben hatte.

Ich führe die Molecularrefraction einer Reihe isomerer Substanzen hier an, hauptsächlich zu dem Zwecke, damit man daraus die Grenzen zu entnehmen Gelegenheit habe, innerhalb welcher die Molecularrefraction isomerer Körper nach der Beobachtung differirt, obwohl sie dennoch in gewissem Sinne für gleich zu halten sind, und bisher von fast allen Beobachtern für genügend gleich erachtet werden.

Säuren und Ester.

1.	Mr.	**Propionsäure**	= $C_3H_6O_2$	= 28,01	L.
	„	**Aethylformiat**	= . .	= 28,61	L.
	„	**Methylacetat**	= . .	= 28,78	L.
2.	Mr.	**Buttersäure**	= $C_4H_8O_2$	= 35,50	L.
	„	„	= . .	= 35,54	Br.
	„	**Isobuttersäure**	= . .	= 35,48	Br.
	„	**Aethylacetat**	= . .	= 35,46	L.

3.	Mr. **Isovaleriansäure**	= $C_5H_{10}O_2$	=	43,16	L.
	„ **Propylacetat**	= . .	=	43,11	Br.
	„ **Methylbutyrat**	= . .	=	43,11	L.
4.	Mr. **Capronsäure**	= $C_6H_{12}O_2$	=	50,56	L.
	„ **Aethylbutyrat**	= . .	=	50,33	L.
	„ **Methylisovalerianat**	= . .	=	50,67	L
	„ **Isoamylformiat**	= . .	=	51,06	L.
5.	Mr. **Oenanthsäure**	= $C_7H_{14}O_2$	=	58,19	L.
	„ **Aethylisovalerianat**	= . .	=	58,03	L.
	„ **Isoamylacetat**	= . .	=	59,70	L.

Alkohole und Aether.

6.	Mr. **Butylalkohol**	= $C_4H_{10}O$	=	35,45	Br.
	„ **Isobutylalkohol**	= . .	=	35,41	L.
	„ **Trimethylcarbinol**	= . .	=	35,53	Br.
	„ **Aethylaether**	= . .	=	35,53	L.
7.	Mr. **Isoamylalkohol**	= $C_5H_{12}O$	=	43,02	L.
	„ „	= . .	=	43,06	Br.
	„ **Propylaethylaether**	= . .	=	42,86	Br.

Aldehyde und Ketone.

8.	Mr. **Propylaldehyd**	= C_3H_6O	=	25,42	Br.
	„ **Aceton**	= . .	=	25,55	L.

Die Molecularrefraction all dieser Isomerieen, welche sich nur durch verschiedene Atomgruppirung, nicht durch verschiedene Inanspruchnahme der Valenzen unterscheiden, muss für gleich gehalten werden, und wird allgemein für gleich erachtet. Wenn, wie es ohne Zweifel der Fall ist, und wie auch Janovsky (Wiener Akad. Ber. 81. 539—553) ganz richtig hervorhebt, in der Natur kleine Unterschiede begründet sind, so können sie wenigstens durch die bisherigen Beobachtungsmittel noch nicht hinreichend klar gestellt werden.

Etwas weniger mehr scheinen sich auf den ersten Blick die Molecularrefractionen isomerer Körper dann von einander zu unterscheiden, wenn in denselben verschiedene Valenzen in Anspruch genommen sind: z. B.

1.	Mr. Allylalkohol	= C_3H_6O	= [illegible]	Br.
	„ Propylaldehyd	= . .	= 25,42	Br.
	„ Aceton	= . .	= [illegible]	L.
2.	Mr. Allylaethylaether	= $C_5H_{10}O$	= [illegible]	Br.
	„ Valeral	= . .	= 40,66	L.
3.	Mr. Propargylalkohol	= C_3H_4O	= [illegible]	Br.
	„ Acroleïn	= . .	= 25,31	Br.

§ 3. Die Thatsache, dass isomere Körper nahe gleiche Molecularrefraction zeigen, legte Landolt den Versuch nahe, aus den Differenzen der Molecularrefractionen bei gegebenen Zusammensetzungsdifferenzen die Atomrefraction der Elemente selbst, des Kohlenstoffs, Wasserstoffs, Sauerstoffs u. s. w. zu ermitteln, und durch Summation der erhaltenen Atomrefractionen der Elemente die Molecularrefraction der Verbindungen zu berechnen. So ergab sich ihm Atomrefraction C = 4,86, H = 1,29, O = 2,90. Es ist recht auffallend, wie nahe die so berechneten Werthe mit den beobachteten in zahlreichen Verbindungsgruppen übereinstimmen. Schon Gladstone machte jedoch darauf aufmerksam, dass es Verbindungsklassen giebt, wozu namentlich alle aromatischen gehören, deren Molecularrefraction entschieden grösser ist, als die aus den Landolt'schen Atomrefractionen der Elemente berechnete.

Diesem Mangel hat nun Brühl in seinen schönen Untersuchungen namentlich dadurch abzuhelfen gesucht, dass er für den doppelt an ein Kohlenstoffatom gebundenen Sauerstoff, und ebenso für die Kohlenstoffatome,

wenn sie durch Doppelvalenzen, und in anderer Weise, wenn sie dreiwerthig untereinander verbunden sind, aus den Unterschieden der berechneten und der beobachteten Molecularrefraction eine vergrösserte Atomrefraction ermittelte. Mit den so abgeleiteten Werthen für die Atomrefraction bei mehrfacher Bindung, und den Landolt'schen Zahlen bei einfacher Bindung lässt sich dann natürlich rückwärts die beobachtete Molecularrefraction sehr genähert wieder berechnen. So bestimmte Brühl die Atomrefraction des einwerthig gebundenen Sauerstoffatoms = 2,71, die Atomrefraction des zweiwerthig gebundenen Sauerstoffatoms = 3,29, die Atomrefraction des zweiwerthig mit einem anderen verketteten Kohlenstoffatoms = 5,86.

Aber sowohl Landolt als Brühl gehen von der, Anfangs allerdings naheliegenden, aber sicher nicht haltbaren Annahme aus, dass die Differenz der Molecularrefractionen der Verbindungen für gleiche Zusammensetzungsdifferenz eine constante sei, und gelangen dadurch natürlich auch zu constanten, aber der Wirklichkeit nicht entsprechenden, Atomrefractionen der Elemente.

Dass jene Annahme unstatthaft ist, werde ich in den beiden nachfolgenden Paragraphen begründen.

§ 4. Vergleicht man die auf den Strahl von unendlicher Wellenlänge bezogene Molecularrefraction der in ihrer Zusammensetzungsdifferenz um CH_2 fortschreitenden Glieder von Reihen homologer Verbindungen, so ergiebt sich:

A. Für die normalen Säuren.

				Differenz:
1.	Mr. Ameisensäure	= CH_2O_2	= 13,61 L.	
	„ Essigsäure	= $C_2H_4O_2$	= 20,69 L.	7,08.
	„ Propionsäure	= $C_3H_6O_2$	= 28,01 L.	7,32.
	„ Buttersäure	= $C_4H_8O_2$	= 35,50 L.	7,49.

Berichtigung.

In der Abhandlung „Theorie der Drehung der Polarisationsebene“ ist zu lesen:

pag. 455 Z. 8 von unten, pag. 456 Z. 2 und Z. 8 von unten, pag. 457 Z. 11 und Z. 13 von unten: k statt K.

pag. 457 Z. 1 von unten, pag. 458 Z. 12 von unten, pag. 459 Z. 7 von unten, pag. 460 Z. 2 und Z. 5 von oben: q statt 9.

pag. 459 Z. 7 von unten: c statt C.

Herr von Jolly legt eine Abhandlung des Herrn H. Schröder vor:

„Untersuchungen über die Abhängigkeit der Molecularrefraction flüssiger Verbindungen von ihrer chemischen Zusammensetzung."

§ 1. Durch die verdienstvollen Beobachtungen und Untersuchungen namentlich von Gladstone und Dale, von Landolt und von Wüllner ist der Nachweis geführt, dass der um die Einheit verminderte Brechungsindex n einer flüssigen oder festen Verbindung, die nun sogenannte lichtbrechende Kraft, sich mit der Temperatur nahe in derselben Weise ändert, wie die Dichte, und dass somit der Quotient $\frac{n-1}{d}$, das sogenannte specifische Brechungsvermögen, ein mit der Temperatur unveränderlicher, von der chemischen Natur der Verbindung abhängiger, Werth ist. Es ist diess zwar nur angenähert richtig, und z. B. für das Wasser bestimmt nicht genau, bei welchem sich nach Jamin für $\frac{n-1}{d}$ steigende Werthe mit abnehmender Temperatur ergeben. Aber es ist für die meisten Körper dieser Quotient so nahe constant, dass durch seine Veränderlichkeit die von der chemischen Natur der Stoffe abhängigen

Berichtigung.

In der Abhandlung „Theorie der Drehung der Polarisationsebene" ist zu lesen:

pag. 455 Z. 8 von unten, pag. 456 Z. 2 und Z. 8 von unten, pag. 457 Z. 11 und Z. 13 von unten: k statt K.

pag. 457 Z. 1 von unten, pag. 458 Z. 12 von unten, pag. 459 Z. 7 von unten, pag. 460 Z. 2 und Z. 5 von oben: q statt 9.

pag. 459 Z. 7 von unten: c statt C.

Herr von Jolly legt eine Abhandlung des Herrn H. Schröder vor:

„Untersuchungen über die Abhängigkeit der Molecularrefraction flüssiger Verbindungen von ihrer chemischen Zusammensetzung."

§ 1. Durch die verdienstvollen Beobachtungen und Untersuchungen namentlich von Gladstone und Dale, von Landolt und von Wüllner ist der Nachweis geführt, dass der um die Einheit verminderte Brechungsindex n einer flüssigen oder festen Verbindung, die nun sogenannte lichtbrechende Kraft, sich mit der Temperatur nahe in derselben Weise ändert, wie die Dichte, und dass somit der Quotient $\frac{n-1}{d}$, das sogenannte specifische Brechungsvermögen, ein mit der Temperatur unveränderlicher, von der chemischen Natur der Verbindung abhängiger, Werth ist. Es ist diess zwar nur angenähert richtig, und z. B. für das Wasser bestimmt nicht genau, bei welchem sich nach Jamin für $\frac{n-1}{d}$ steigende Werthe mit abnehmender Temperatur ergeben. Aber es ist für die meisten Körper dieser Quotient so nahe constant, dass durch seine Veränderlichkeit die von der chemischen Natur der Stoffe abhängigen

Berichtigung.

In der Abhandlung „Theorie der Drehung der Polarisationsebene" ist zu lesen:

pag. 455 Z. 8 von unten, pag. 456 Z. 2 und Z. 8 von unten, pag. 457 Z. 11 und Z. 13 von unten: k statt K.

pag. 457 Z. 1 von unten, pag. 458 Z. 12 von unten, pag. 459 Z. 7 von unten, pag. 460 Z. 2 und Z. 5 von oben: q statt 9.

pag. 459 Z. 7 von unten: c statt C.

Herr von Jolly legt eine Abhandlung des Herrn H. Schröder vor:

„Untersuchungen über die Abhängigkeit der Molecularrefraction flüssiger Verbindungen von ihrer chemischen Zusammensetzung."

§ 1. Durch die verdienstvollen Beobachtungen und Untersuchungen namentlich von Gladstone und Dale, von Landolt und von Wüllner ist der Nachweis geführt, dass der um die Einheit verminderte Brechungsindex n einer flüssigen oder festen Verbindung, die nun sogenannte lichtbrechende Kraft, sich mit der Temperatur nahe in derselben Weise ändert, wie die Dichte, und dass somit der Quotient $\frac{n-1}{d}$, das sogenannte specifische Brechungsvermögen, ein mit der Temperatur unveränderlicher, von der chemischen Natur der Verbindung abhängiger, Werth ist. Es ist diess zwar nur angenähert richtig, und z. B. für das Wasser bestimmt nicht genau, bei welchem sich nach Jamin für $\frac{n-1}{d}$ steigende Werthe mit abnehmender Temperatur ergeben. Aber es ist für die meisten Körper dieser Quotient so nahe constant, dass durch seine Veränderlichkeit die von der chemischen Natur der Stoffe abhängigen

Einflüsse auf ihr specifisches Brechungsvermögen nicht völlig verhüllt werden können.

Auch die dispergirende, d. i. farbenzerstreuende Kraft der Körper wird von der Dichtigkeit beeinflusst; es ist aber bis jetzt noch nicht gelungen, einen von der Temperatur unabhängigen Ausdruck für das Dispersionsvermögen zu finden.

Berthelot hat erstmals versucht, das specifische Brechungsvermögen auf chemisch vergleichbare Quantitäten, d. i. auf die Moleculargewichte, zu beziehen, und den Ausdruck $\frac{P(n^2-1)}{d}$, wo P das Moleculargewicht bezeichnet, dafür anzuwenden. Nachdem erwiesen war, dass nicht $\frac{n^2-1}{d}$, wie man früher annahm, sondern $\frac{n-1}{d}$ sich als ein von der Temperatur nahe unabhängiger Werth darstellt, hat Landolt dafür den Werth $\frac{P(n-1)}{d}$ zuerst in die Wissenschaft eingeführt. Er nannte diesen Werth das Refractionsaequivalent, und ich werde ihn nach Brühl's Vorgang, dessen Mittheilungen ich mich im Vorstehenden wesentlich angeschlossen habe, die Molecularrefraction nennen, und kurz mit Mr. bezeichnen.

Da das specifische Brechungsvermögen auf einen Lichtstrahl um so grösser ist, je kleiner die Wellenlänge des Lichts ist, aber der Zuwachs, den der Brechungsexponent für abnehmende Werthe der Wellenlänge erfährt, oder die Dispersion, für verschiedene Stoffe verschieden, und z. B. für die aromatischen Substanzen ein sehr viel grösserer ist, als für die Stoffe der Fettreihe, so war man bemüht, einen von der Dispersion freien Brechungsindex dadurch zu erhalten, dass man den Brechungsindex für einen Strahl von unendlich grosser Wellenlänge suchte. Die einfachste Formel hiezu rührt von Cauchy her. Ge-

setzt man habe für drei Strahlen mit den Wellenlängen $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ die Brechungsexponenten $\mu\lambda_1$, $\mu\lambda_2$, $\mu\lambda_3$ beobachtet, z. B. für die rothe Wasserstofflinie, die gelbe Natriumlinie und die grüne Wasserstofflinie, so kann man nach Cauchy setzen:

$$1)\ \mu\lambda_1 = A + \frac{A}{\lambda_1^2} + \frac{C}{\lambda_1^4};\quad 2)\ \mu\lambda_2 = A + \frac{B}{\lambda_2^2} + \frac{C}{\lambda_2^4};$$

$$3)\ \mu\lambda_3 = A + \frac{B}{\lambda_3^2} + \frac{C}{\lambda_3^4}.$$

Aus diesen Gleichungen kann man die Werthe A, B und C berechnen, und der Werth A stellt dann den gesuchten Index für einen Strahl von unendlicher Wellenlänge dar; und $P.\frac{A-1}{d}$ ist die Molecularrefraction für einen Strahl von unendlicher Wellenlänge. Bei schwächer brechenden Substanzen genügen schon zwei Glieder in der Cauchy'schen Formel.

Wie Brühl in seiner schönen Arbeit, Liebig's Annalen Bd. 200 S. 169 mittheilt, stellte sich nun heraus, „dass bei schwach brechenden Körpern dieselben Gesetzmässigkeiten, welche sich durch Anwendung der Formel $P\frac{A-1}{d}$ ergeben, auch noch in gleicher Weise erkennbar sind, wenn statt des Index A derjenige für den rothen Strahl $\mu\alpha$ des Wasserstoffs eingesetzt wird. Mit voller Klarheit treten diese Gesetzmässigkeiten jedoch erst bei Anwendung der Constanten A hervor.“

Ich werde im Folgenden zunächst nur die Molecularrefraction für den Strahl A, und zunächst auch nur die von Brühl aus seinen und Landolt's Beobachtungen in Liebig's Annalen Bd. 203 in sechs Tafeln zusammengestellten Werthe, da sie untereinander völlig vergleichbar sind, be-

nutzen. Eine Beobachtung von Landolt bezeichne ich kurz durch Nebensetzung des Zeichens L.; eine solche von Brühl durch Nebensetzung des Zeichens Br.

Wenn es mir gelungen ist, sehr allgemeine und sehr werthvolle Gesetzmässigkeiten über den Zusammenhang der chemischen Natur der Körper und ihrer Molecularrefraction aufzufinden, so bleiben dieselben doch gewiss in erster Linie nur den eminenten Vorarbeiten Landolts, und seinen und Brühl's ausgezeichneten Beobachtungen zu verdanken.

§ 2. Das Verhalten isomerer organischer Verbindungen ist mehrfach geprüft, und von allen Beobachtern, insbesondere von Landolt die Ansicht ausgesprochen und begründet worden, dass das specifische Brechungsvermögen isomerer Körper ein nahe gleichartiges sei; Brühl hat dem Satze die Einschränkung hinzugefügt, insofern die Valenzen bei den isomeren Körpern in gleicher Weise in Anspruch genommen sind, nachdem schon Gladstone die Thatsache vieler Ausnahmen hervorgehoben hatte.

Ich führe die Molecularrefraction einer Reihe isomerer Substanzen hier an, hauptsächlich zu dem Zwecke, damit man daraus die Grenzen zu entnehmen Gelegenheit habe, innerhalb welcher die Molecularrefraction isomerer Körper nach der Beobachtung differirt, obwohl sie dennoch in gewissem Sinne für gleich zu halten sind, und bisher von fast allen Beobachtern für genügend gleich erachtet werden.

Säuren und Ester.

1.	Mr. **Propionsäure**	=	$C_3H_6O_2$	= 28,01	L.
	„ **Aethylformiat**	=	. .	= 28,61	L.
	„ **Methylacetat**	=	. .	= 28,78	L.
2.	Mr. **Buttersäure**	=	$C_4H_8O_2$	= 35,50	L.
	„ „	=	. .	= 35,54	Br.
	„ **Isobuttersäure**	=	. .	= 35,48	Br.
	„ **Aethylacetat**	=	. .	= 35,46	L.

3.	Mr. **Isovaleriansäure**	= $C_5H_{10}O_2$	= 43,16	L.
	„ **Propylacetat**	= . .	= 43,11	Br.
	„ **Methylbutyrat**	= . .	= 43,11	L.
4.	Mr. **Capronsäure**	= $C_6H_{12}O_2$	= 50,56	L.
	„ **Aethylbutyrat**	= . .	= 50,33	L.
	„ **Methylisovalerianat**	= . .	= 50,67	L.
	„ **Isoamylformiat**	= . .	= 51,06	L.
5.	Mr. **Oenanthsäure**	= $C_7H_{14}O_2$	= 58,19	L.
	„ **Aethylisovalerianat**	= . .	= 58,03	L.
	„ **Isoamylacetat**	= . .	= 59,70	L.

Alkohole und Aether.

6.	Mr. **Butylalkohol**	= $C_4H_{10}O$	= 35,45	Br.
	„ **Isobutylalkohol**	= . .	= 35,41	L.
	„ **Trimethylcarbinol**	= . .	= 35,53	Br.
	„ **Aethylaether**	= . .	= 35,53	L.
7.	Mr. **Isoamylalkohol**	= $C_5H_{12}O$	= 43,02	L.
	„ „	= . .	= 43,06	Br.
	„ **Propylaethylaether**	= . .	= 42,86	Br.

Aldehyde und Ketone.

8.	Mr. **Propylaldehyd**	= C_3H_6O	= 25,42	Br.
	„ **Aceton**	= . .	= 25,55	L.

Die Molecularrefraction all dieser Isomerieen, welche sich nur durch verschiedene Atomgruppirung, nicht durch verschiedene Inanspruchnahme der Valenzen unterscheiden, muss für gleich gehalten werden, und wird allgemein für gleich erachtet. Wenn, wie es ohne Zweifel der Fall ist, und wie auch Janovsky (Wiener Akad. Ber. 81. 539—553) ganz richtig hervorhebt, in der Natur kleine Unterschiede begründet sind, so können sie wenigstens durch die bisherigen Beobachtungsmittel noch nicht hinreichend klar gestellt werden.

Etwas weniges mehr scheinen sich auf den ersten Blick die Molecularrefractionen isomerer Körper dann von einander zu unterscheiden, wenn in denselben verschiedene Valenzen in Anspruch genommen sind; z. B.

1.	Mr. **Allylalkohol**	= C_3H_6O	= 27,09	Br.
	„ **Propylaldehyd**	= . .	= 25,42	Br.
	„ **Aceton**	= . .	= 25,55	L.
2.	Mr. **Allylaethylaether**	= $C_5H_{10}O$	= 42,20	Br.
	„ **Valeral**	= . .	= 40,66	L.
3.	Mr. **Propargylalkohol**	= C_3H_4O	= 24,01	Br.
	„ **Acroleïn**	= . .	= 25,31	Br.

§ 3. Die Thatsache, dass isomere Körper nahe gleiche Molecularrefraction zeigen, legte Landolt den Versuch nahe, aus den Differenzen der Molecularrefractionen bei gegebenen Zusammensetzungsdifferenzen die Atomrefraction der Elemente selbst, des Kohlenstoffs, Wasserstoffs, Sauerstoffs u. s. w. zu ermitteln, und durch Summation der erhaltenen Atomrefractionen der Elemente die Molecularrefraction der Verbindungen zu berechnen. So ergab sich ihm Atomrefraction C = 4,86, H = 1,29, O = 2,90. Es ist recht auffallend, wie nahe die so berechneten Werthe mit den beobachteten in zahlreichen Verbindungsgruppen übereinstimmen. Schon Gladstone machte jedoch darauf aufmerksam, dass es Verbindungsklassen giebt, wozu namentlich alle aromatischen gehören, deren Molecularrefraction entschieden grösser ist, als die aus den Landolt'schen Atomrefractionen der Elemente berechnete.

Diesem Mangel hat nun Brühl in seinen schönen Untersuchungen namentlich dadurch abzuhelfen gesucht, dass er für den doppelt an ein Kohlenstoffatom gebundenen Sauerstoff, und ebenso für die Kohlenstoffatome,

wenn sie durch Doppelvalenzen, und in anderer Weise, wenn sie dreiwerthig untereinander verbunden sind, aus den Unterschieden der berechneten und der beobachteten Molecularrefraction eine vergrösserte Atomrefraction ermittelte. Mit den so abgeleiteten Werthen für die Atomrefraction bei mehrfacher Bindung, und den Landolt'schen Zahlen bei einfacher Bindung lässt sich dann natürlich rückwärts die beobachtete Molecularrefraction sehr genähert wieder berechnen. So bestimmte Brühl die Atomrefraction des einwerthig gebundenen Sauerstoffatoms = 2,71, die Atomrefraction des zweiwerthig gebundenen Sauerstoffatoms = 3,29, die Atomrefraction des zweiwerthig mit einem anderen verketteten Kohlenstoffatoms = 5,86.

Aber sowohl Landolt als Brühl gehen von der, Anfangs allerdings naheliegenden, aber sicher nicht haltbaren Annahme aus, dass die Differenz der Molecularrefractionen der Verbindungen für gleiche Zusammensetzungsdifferenz eine constante sei, und gelangen dadurch natürlich auch zu constanten, aber der Wirklichkeit nicht entsprechenden, Atomrefractionen der Elemente.

Dass jene Annahme unstatthaft ist, werde ich in den beiden nachfolgenden Paragraphen begründen.

§ 4. Vergleicht man die auf den Strahl von unendlicher Wellenlänge bezogene Molecularrefraction der in ihrer Zusammensetzungsdifferenz um CH_2 fortschreitenden Glieder von Reihen homologer Verbindungen, so ergiebt sich:

A. Für die normalen Säuren.

					Differenz:
1.	Mr. Ameisensäure	= CH_2O_2	= 13,61 L.		
	„ Essigsäure	= $C_2H_4O_2$	= 20,69 L.		7,08.
	„ Propionsäure	= $C_3H_6O_2$	= 28,01 L.		7,32.
	„ Buttersäure	= $C_4H_8O_2$	= 35,50 L.		7,49.

B. Für die Alkohole.

				Differenz:
2.	Mr. **Methylalkohol**	= CH_4O	= 12,98 L.	7,38.
	„ **Aethylalkohol**	= C_2H_6O	= 20,31 L.	7,69.
	„ **Propylalkohol**	= C_3H_8O	= 28,00 Br.	7,45.
	„ **Batylalkohol**	= $C_4H_{10}O$	= 35,45 Br.	

3.	Mr. **Allyldimethylcarbinol**	= $C_6H_{12}O$	= 49,48 Kannonikow [1]	14,78.
	„ **Allyldiaethycarbinol**	= $C_8H_{16}O$	= 64,62 „	15,02.
	„ **Allyldipropylcarbinol**	= $C_{10}H_{20}O$	= 79,64 „	

4.	Mr. **Diallylcarbinol**	= $C_7H_{12}O$	= 56,60 Kannonikow	7,22.
	„ **Diallylmethylcarbinol**	= $C_8H_{14}O$	= 63,82 „	14,92 = 2 × 7,46.
	„ **Diallylpropylcarbinol**	= $C_{10}H_{18}O$	= 78,74 „	

C. Für die Aldehyde.

				Differenz:
5.	Mr. **Aethyaldehyd**	= C_2H_4O	= 18,18 L.	7,24.
	„ **Propylaldehyd**	= C_3H_6O	= 25.42 Br	7,51.
	„ **Butylaldehyd**	= C_4H_8O	= 32,93 Br.	

D. Für die Ester.

				Differenz:
6.	Mr. **Essigsaures Methyl**	= $C_3H_6O_2$	= 28,78 L.	6,68.
	„ „ **Aethyl**	= $C_4H_8O_2$	= 35,46 L.	7,65.
	„ „ **Propyl**	= $C_5H_{10}O_2$	= 43,11 Br.	

7.	Mr. **Ameisensaures Aethyl**	= $C_3H_6O_2$	= 28,61 L.	6,85.
	„ **Essigsaures** „	= $C_4H_8O_2$	= 35,46 L.	14,86 = 2 × 7,43.
	„ **Buttersaures** „	= $C_6H_{12}O_2$	= 50,32 L.	

8.	Mr. **Aethylchlor-Acetat**	= $C_4H_7ClO_2$	= 43,51 Br.	7,61.
	„ „ **-Propionat**	= $C_5H_9ClO_2$	= 51,12 Br.	7,98.
	„ „ **-Butyrat**	= $C_6H_{11}ClO_2$	= 59,10 Br.	

E. Für die Chloranhydride.

				Differenz:
9.	Mr. **Acethylchlorid**	= C_2H_3ClO	= 26,82 Br.	7,30.
	„ **Propionylchlorid**	= C_3H_5ClO	= 34,12 Br.	7,30.
	„ **Butyrylchlorid**	= C_4H_7ClO	= 41,42 Br.	7,72
	„ **Isovalerylchlorid**	= C_5H_9ClO	= 49,14 Br.	

---

1) Berichte der Deutsch. Chem. Ges. 14. S. 1697.

Ausnahmslos ist in diesen neun bis jetzt vergleichbaren Gruppen ein Wachsen der Differenz mit dem Atomgewicht nachgewiesen; der Einfluss von CH_2 auf die Molecularrefraction ist also nicht ein constanter.

§ 5. Ganz zu dem gleichen Resultate führen die Differenzen, die der Zunahme um irgend eine andere Gruppe, oder um irgend ein Element in der Zusammensetzung entsprechen.

A. Vergleicht man die Zunahme der Molecularrefraction für einen Mehrgehalt an einem Sauerstoffatom, so ergiebt sich aus den Säuren und Aldehyden:

				Differenz:
1.	Mr. Essigsäure	$= C_2H_4O_2$	= 20,69 L.	2,51.
	„ Aldehyd	$= C_2H_4O$	= 18,18 L.	
2.	Mr. Propionsäure	$= C_3H_6O_2$	= 28,01 L.	2,59.
	„ Propylaldehyl	$= C_3H_6O$	= 25,42 Br.	
3.	Mr. Buttersäure	$= C_4H_8O_2$	= 35,54 Br.	2,61.
	„ Butylaldehyd	$= C_4H_8O$	= 32,93 Br.	

Auch hier wachsen die Differenzen mit wachsendem Atomgewicht.

B. Vergleicht man die Zunahme für einen Eintritt von Chlor an die Stelle von Wasserstoff, so ergiebt sich:

				Differenz:
1.	Mr. Aethylchloracetat	$= C_4H_7ClO_2$	= 43,51 Br.	8,05.
	„ Aethylacetat	$= C_4H_8O_2$	= 35,46 L.	
2.	Mr. Aethylchlorbutyrat	$= C_6H_{11}ClO_2$	= 59,10 Br.	8,78.
	„ Aethylbutyrat	$= C_6H_{12}O_2$	= 50,32 L.	

Die Zunahme ist um so grösser, je höher das Atomgewicht.

C. Vergleicht man den Eintritt von Phenyl statt Propyl, so hat man:

				Differenz:
1.	Mr. **Chlorbenzol**	$= C_6H_5Cl$	$= 50,67$ Br.	17,31.
	„ **Propylchlorid**	$= C_3H_7Cl$	$= 33,36$ Br.	

2.	Mr. **Brombenzol**	$= C_6H_5Br$	$= 55,81$ Br.	17,61.
	„ **Propylbromid**	$= C_3H_7Br$	$= 38,20$ Br.	

Die Differenz ist grösser bei den Verbindungen mit höherem Atomgewicht; hier bei den Bromiden, als bei den Chloriden.

D. Vergleicht man die Differenzen für einen wiederholten Eintritt von Chlor an die Stelle von Wasserstoff, so hat man:

				Differenz:
1.	Mr. **Aethylacetat**	$= C_4H_8O_2$	$= 35,46$ L.	
				8,05.
	„ **Chloressigester**	$= C_4H_7ClO_2$	$= 43,51$ Br.	
				8,68.
	„ **Dichloressigester**	$= C_4H_6Cl_2O_2$	$= 52,19$ Br.	
				8,38.
	„ **Trichloressigester**	$= C_4H_5Cl_3O_2$	$= 60,57$ Br.	

Die Zunahme beim zweiten und dritten Eintritt von Chlor für Wasserstoff ist grösser, als beim ersten.

Giebt man der Wahrheit die Ehre, so wird man Angesichts dieser zahlreichen stets übereinstimmenden Thatsachen anerkennen, dass der Einfluss der Elementaratome auf die Molecularrefraction der Verbindungen nicht ein constanter, sondern ein mit dem Atomgewicht wachsender ist. Es ist zugleich, und es wird sich das später noch deutlicher ergeben, in mehreren Fällen ein verzögertes Wachsen des Einflusses der Elemente mit dem Atomgewicht angedeutet.

Ich gebe der nachgewiesenen Thatsache den Ausdruck:

Das Refractionsmaass wächst in der Regel mit dem Atomgewicht.

§ 6. Die irrige Voraussetzung, dass die Einflüsse der Elementaratome constante seien, ist aufzugeben. Auch Janovsky ist l. c. schon ganz richtig zu dem Schluss gekommen, dass die Molecularrefraction der Elementaratome in ihren Verbindungen variabel und abhängig ist von der Qualität und Quantität der im Molecül vorhandenen Atome. Es giebt übrigens noch eine weitere Thatsache, welche bezeugt, dass mit den aus den Differenzen abgeleiteten und als constant angenommenen Mittelwerthen für den Atomeinfluss der Elemente das Richtige nicht getroffen ist. Wäre diess der Fall, so müssten die berechneten und die beobachteten Molecularrefractionen sich bald im Einen, bald im anderen Sinne von einander unterscheiden. Diess ist aber keineswegs der Fall. Die berechneten sind fast stets in ganzen Gruppen alle etwas zu gross, oder alle etwas zu klein.

So sind z. B. nach den von Brühl mitgetheilten Tabellen die berechneten Molecularrefractionen der Alkohole alle etwas zu klein; die der Säuren, mit Ausnahme der beiden Endglieder, alle etwas zu gross; die der Chloranhydride alle zu klein u. s. w. Es lässt sich davon der Grund an späterer Stelle sehr gut einsehen.

Es ist nun merkwürdig, zu welchen völlig anderen Einflüssen der Elemantaratome man geführt wird, wenn man der Thatsache, dass sie veränderliche, und mit dem Atomgewicht zunehmende sind, gebührende Rechnung trägt.

Die wirklichen Einflüsse der Elementaratome, und zwar zunächst des Kohlenstoffs, Wasserstoffs und Sauerstoffs auf die Molecularrefraction zu ermitteln, wird nun die Aufgabe der nachfolgenden Untersuchungen sein.

I. Gesättigte Verbindungen.

§ 7. Zunächst ist anzuerkennen, dass CO den nämlichen Einfluss auf die Molecularrefration einer Verbindung hat, wie CH_2. Aus der Zusammenstellung der Säuren und Alkohole ergiebt sich:

				Differenz:
1.	Mr. Ameisensäure	$= CH_2O_2$	$= 13,60$ L.	0,68.
	„ Methylalkohol	$= CH_4O$	$= 12.93$ L.	
2.	Mr. Essigsäure	$= C_2H_4O_2$	$= 20,69$ L.	0,38.
	„ Aethylalkohol	$= C_2H_6O$	$= 20,31$ L.	
3.	Mr. Propionsäure	$= C_3H_6O_2$	$= 28,01$ L.	0,01.
	„ Propylalkohol	$= C_3H_8O$	$= 28,00$ Br.	
4.	Mr. Buttersäure	$= C_4H_8O_2$	$= 35,50$ L.	0,05.
	„ Butylalkohol	$= C_4H_{10}O$	$= 35,45$ Br.	
5.	Mr. Isobuttersäure	$= C_4H_8O_2$	$= 35,48$ Br.	0,07.
	„ Isobutylalkohol	$= C_4H_{10}O_2$	$= 35,41$ L.	
6.	Mr. Isovaleriansäure	$= C_5H_{12}O_2$	$= 43.16$ L.	0,10.
	„ Isoamylalkohol	$= C_5H_{12}O$	$= 43,06$ Br.	

Die Werthe der Paare 3, 4 und 5 sind nahe völlig gleich. Das Refractionsmaass der Alkohole ist von Anfang etwas kleiner, als das der Säuren, wächst aber rascher, und ist dem der Säuren von der Propionsäure und dem Propylalkohol ab fast völlig gleich.

Es reihen sich noch an mit analoger Beziehung, indem CO an der Stelle von CH_2, oder O in der einen Verbindung an der Stelle von H_2 der anderen steht, die Paare:

				Differenz:
7.	Mr. Propylacetat	$= C_5H_{10}O_2$	$= 43,11$ Br.	0,25.
	„ Propylaethylaether	$= C_5H_{12}O$	$= 42,86$ Br.	

				Differenz:
8.	Mr. Allylacetat	$= C_5H_8O_2$	$= 42,21$ Br.	0,01.
	„ Allylaethylaether	$= C_5H_{10}O$	$= 42,20$ Br.	
9.	Mr. Propargylacetat	$= C_5H_6O_2$	$= 39,71$ Br.	0,21.
	„ Propargylaethylaether	$= C_5H_8O$	$= 39,50$ Br.	
10.	Mr. Propionylchlorid	$= C_3H_5ClO$	$= 34,12$ Br.	0,76.
	„ Propylchlorid	$= C_3H_7Cl$	$= 33,36$ Br.	
11.	Mr. Buttermandelöl	$= C_7H_6O$	$= 51,65$ L.	1,59.
	„ Toluol	$= C_7H_8$	$= 50,06$ Br.	
12.	Mr. Salicylige Säure	$= C_7H_6O_2$	$= 54,53$ L.	1,37.
	„ Benzylalkohol	$= C_7H_8O$	$= 53,16$ Br.	

Die Differenzen sind hier nicht grösser als zwischen isomeren Verbindungen, welche dennoch Jedermann mit Recht in einem bestimmten Sinn für gleich zu schätzende erachtet; z. B.:

				Differenz:
1.	Mr. Propionsäure	$= C_3H_6O_2$	$= 28,01$ L.	0,77.
	„ Methylacetat	$= \ldots$	$= 28,78$ L.	
2.	Mr. Oenanthsäure	$= C_7H_{14}O_2$	$= 58,19$ L.	1,50.
	„ Isoamylacetat	$= \ldots$	$= 59,70$ L.	
3.	Mr. Aethylbutyrat	$= C_6H_{12}O_2$	$= 50,33$ L.	0,73.
	„ Isoamylformiat	$= \ldots$	$= 51,06$ L.	

Ist man berechtigt, die letzten 3 Paare in gewissem Sinne für gleich zu halten, so ist man ebenso berechtigt, die vorausgehenden 12 Paare in dem nämlichen Sinne für gleich zu halten; und es muss dabei nur anerkannt werden, dass das Refractionsmaass um ein Geringes erhöht wird, wenn O an die Stelle von H_2 tritt. Es rührt diess möglicherweise nur daher, weil der Siedepunct dabei erhöht wird, und die Annahme der Constanz des Werthes

$\frac{P(A-1)}{d}$ für alle Temperaturen nur eine Näherung an die Wahrheit ist.

Um nicht missverstanden zu werden, muss ich noch ferner ausdrücklich bemerken: Wenn ich sage, dass CO den nämlichen Einfluss auf die Molecularrefraction einer Verbindung hat, wie CH_2, so meine ich nicht, dass CO in der Säure den nämlichen Einfluss übt, wie CH_2 im Alkohol; nur bei Propionsäure und Propylalkohol, bei Buttersäure und Butylalkohol, von welchen Paaren jedem sehr nahe gleiches Refractionsmaas zukömmt, wäre diess genügend gerechtfertigt; in allen übrigen Paaren übt CO in der Säure einen, wenn auch nur um sehr wenig, doch etwas grösseren Einfluss aus, als CH_2 im Alkohol, weil den Säuren ein etwas grösseres Refractionsmaass eigen ist. Es sollte also mit obigem Ausdruck nur gesagt sein, dass in ein und derselben Verbindung die Einflüsse von CO und CH_2 völlig gleiche sind, da sie selbst in verschiedenen Verbindungen, von gleichfalls verschiedenem Refractionsmaass, doch so sehr nahe übereinstimmen.

Dass diese Auffassung die allein Richtige ist, wird sich weiterhin mit völliger Sicherheit ergeben.

§ 8. Der Einfluss von O_2, d. h. der zwei Atome Sauerstoff des Carboxyls = CO_2H einer Säure auf ihre Molecularrefraction ist ganz der nämliche, wie der Einfluss von CH_2.

Um diess nachzuweisen, stelle ich nochmals die Säuren zusammen:

				Differenz:	
1. Mr.	**Ameisensäure**	= CH_2O_2	= 13,61 L.		
				7,08	
2. „	**Essigsäure**	= $C_2H_4O_2$	= 20,69 L.		0,24.
				7,32	
3. „	**Propionsäure**	= $C_3H_6O_2$	= 28,01 L.		0,17.
				7,49	
4. „	**Buttersäure**	= $C_4H_8O_2$	= 35,50 L.		

Das Wachsen des Refractionsmaasses tritt sehr regelmässig hervor. Ist diess anerkannt, so muss aber auch anerkannt werden, dass die der Zusammensetzungsdifferenz um CH_2 entsprechende Differenz der Molecularrefraction 2 — 1 = 7,08 zu gross ist; sie muss nothwendig grösser sein, als dem wirklichen Einfluss von CH_2 entspricht.

Angenommen, sie sei um ebensoviel zu gross, um wie viel die Differenz 3 — 2 > 2 — 1, d. h. um 0,24 zu gross, so würde der wirkliche Einfluss von CH_2 nur sein 7,08 — 0,24 = 6,84; und dieser Werth wird jedenfalls dem wahren Einfluss von CH_2 viel näher liegen. Nun ist aber in der That

Mr. Ameisensäure = 13,61 = 2 × 6,81.
Mr. Essigsäure = 20,69 = 3 × 6,90.

Das Mittel der beiden Werthe 6,81 und 6,90 ist 6,85 und stimmt mit dem oben berechneten Werthe 6,84 nahe genau überein.

Es enthält also die Ameisensäure zweimal, die Essigsäure dreimal den Einfluss von CH_2 auf die Molecularrefraction.

Die Differenz des Refractionsmaasses von CH_2 in der Essigsäure und Ameisensäure ist = 6,90 — 6,81 = 0,09. Nehmen wir an, der Einfluss wachse ebenso von der Essigsäure zur Propionsäure, wie von der Ameisensäure zur Essigsäure, so werden wir dem wahren Einfluss von CH_2 in der Propionsäure sehr nahe kommen; dieser ergiebt sich aber dann = 6,90 + 0,09 = 6,99. Nun ist aber

Mr. Propionsäure = 28,01 = 4 × 7,00.

Die Propionsäure hat daher eine Molecularrefraction, welche genau der 4fache Werth des Einflusses von CH_2 ist.

Von der Essigsäure zur Propionsäure wächst hiernach dieser Einfluss um 7,00 — 6,90 = 0,10. Für die

Buttersäure wird sich der wahre Einfluss von CH_2 daher mit Wahrscheinlichkeit = 7,10 ergeben. In der That ist

Mr. Buttersäure = 35,50 = 5 × 7,10.

Die Molecularrefraction der Buttersäure enthält daher genau 5mal den Einfluss von CH_2.

Es ist aus alledem mit voller Sicherheit zu entnehmen, dass in der That der Einfluss von O_2 der Säure der nämliche ist, wie der Einfluss von CH_2.

Stellt man die Säuren hiernach zusammen, mit Angabe, wie oft sie diesen Betrag von Mr. CH_2 = Mr. O_2 enthalten, so ergiebt sich:

Mr. Ameisensäure	= CH_2O_2	= 13,61 L.	= 2 × 6,80.
„ Essigsäure	= $C_2H_4O_2$	= 20,69 L.	= 3 × 6,90.
„ Propionsäure	= $C_3H_6O_2$	= 28,01 L.	= 4 × 7,00.
„ Buttersäure	= $C_4H_8O_2$	= 35,50 L.	= 5 × 7,10.
„ Isovaleriansäure	= $C_5H_{10}O_2$	= 43,16 L.	= 6 × 7,19.
„ Capronsäure	= $C_6H_{12}O_2$	= 50,56 L	= 7 × 7,22.
„ Oenanthsäure	= $C_7H_{14}O_2$	= 58,19 L.	= 8 × 7,27.

Schon das überaus regelmässige Fortschreiten des Refractionsmaasses deutet an, dass hier das Richtige getroffen sein muss.

Nicht ohne Bewunderung der grossen Genauigkeit der Landoltschen Beobachtungen kann man eine solche Gruppe betrachten.

Wenn nun aus dem Bisherigen die wichtige Thatsache hervorgegangen ist, dass das O_2 des Carboxyls der Säuren den nämlichen Einfluss auf die Molecularrefraction ausübt, wie das Methylen = CH_2, so legt es sich nahe, diese Erfahrung zu verallgemeinern in dem Satze:

Die Einflüsse der Componenten und beziehungsweise der Elementaratome einer Verbindung auf ihre Molecularrefraction stehen in einfachen Verhältnissen, d. h. im Verhältniss einfacher ganzer Zahlen.

Es wird sich diess im Folgenden ganz allgemein bewähren.

§ 9. Schon aus der Thatsache, dass die Säuren und Alkohole sehr nahe gleiche Molecularrefraction haben, geht hervor, dass auch OH_2 der Alkohole mit CH_2 derselben gleichen Einfluss übt, denn man kann die Säuren und Alkohole auch vergleichen wie folgt:

1. { Mr. Propionsäure = $C_3H_6 . O_2$ = 28,01 L.
   „ Propylalkohol = $C_3H_6 . OH_2$ = 28,00 Br.

2. { Mr. Buttersäure = $C_4H_8 . O_2$ = 35,50 L.
   „ Butylalkohol = $C_4H_8 . OH_2$ = 35,45 Br.

Stellt man nun die Alkohole zusammen, so hat man ebenso wie bei den Säuren die Thatsache, dass das Refractionsmaass der Componenten und der Elementaratome mit dem Atomgewicht wächst.

				Differenz:	
1. Mr.	Methylalkohol	= $CH_2 . OH_2$	= 12,93 L.	7,38	0,31
2. „	Aethylalkohol	= $C_2H_4 . OH_2$	= 20,31 L.		
3. „	Propylalkohol	= $C_3H_6 . OH_2$	= 28,00 Br.	7,69	
4. „	Butylalkohol	= $C_4H_8 . OH_2$	= 35,45 Br.		

Da im Propylalkohol, wie in der Propionsäure dem CH_2 die Mr. = 7,00 angehört, so muss dieser Einfluss im Aethylalkohol um etwa 0,3 kleiner sein; der Einfluss 7,00 — 0,3 = 6,7 wird also dem wahren Einfluss im Aethylalkohol wenigstens nahe liegen.

In der That aber ist

Mr. Aethylalkohol = $C_2H_4 . OH_2$ = 20,31 L. = 3 × 6,77.

Es kommt also dem OH_2 des Alkohols wirklich der nämliche Einfluss zu, wie dem CH_2. Fährt man so fort, so ergiebt sich:

				Differenz:
1. Mr. Methylalkohol	$= CH_2 . OH_2$	= 12,93 L.	= 2 × 6,47	0,30.
2. „ Aethylalkohol	$= C_2H_4 . OH_2$	= 20,31 L.	= 3 × 6,77	0,23.
3. „ Propylalkohol	$= C_3H_6 . OH_2$	= 28,00 Br.	= 4 × 7,00	0,09.
4. „ Butylalkohol	$= C_4H_8 . OH_2$	= 35,45 Br.	= 5 × 7,09	0,09.
5. „ Isoamylalkohol	$= C_5H_{10} . OH_2$	= 43,06 Br.	= 6 × 7,18	

Das Maass der Einflüsse der Componenten ändert sich hier von 1 zu 3 sehr rasch; von 3 bis 5 nähert sich das Wachsen des Maasses demjenigen bei den Säuren.

Es ist hiernach erwiesen, dass den Gruppen CH_2, OH_2 und O_2 des Carboxyls einer Verbindung völlig gleiche Einflüsse auf die Molecularrefraction derselben zukommen.

§ 10. Der Einfluss des Sauerstoffatoms im Hydroxyl = OH einer Verbindung ist der dritte Theil des Einflusses von Mr. CH_2 = Mr. OH_2 = Mr. O_2 des Carboxyls.

Es ergiebt sich diess sehr nahe aus dem Vergleich der Säuren mit den Aldehyden.

				Differenz:
Aus den Säuren:	Essigsäure	$= C_2H_4O_2$	= 20,69 L.	7,32
	Propionsäure	$= C_3H_6O_2$	= 28,01 L.	7,49
	Buttersäure	$= C_4H_8O_2$	= 35,50 L.	7,66
	Isovaleriansäure	$= C_5H_{10}O_2$	= 43,16 L.	

ergiebt sich im Mittel die Differenz für CH_2 = 7,49 = 3 × 2,50.

Sehr nahe = 2,50 ist nun die Differenz, welche sich aus den Säuren und Aldehyden für O in OH ergiebt. Man hat:

1. Mr. Essigsäure $= C_2H_4O_2$ = 20,69 L. = $CH_3 . CO . OH$
   „ Aldehyd $= C_2H_4O$ = 18,18 L. = $CH_3 . CO . H$.
   △ für O in OH = 2,51.

2. Mr. Propionsäure $= C_2H_5 . CO . OH$ = 28,01 L.
   „ Propylaldehyd $= C_2H_5 . CO . H$ = 25,42 Br.
   △ für O in OH = 2,59.

3.	Mr. **Buttersäure**	$= C_3H_7.CO.OH$	$= 35{,}50$ L.
	„ **Butylaldehyd**	$= C_3H_7.CO.H$	$= 32{,}91$ Br.
		△ für O in OH	$= 2{,}59.$

4.	Mr. **Isovaleriansäure**	$= C_4H_9.CO.OH$	$= 43{,}16$ L.
	„ **Valeral**	$= C_4H_9.CO.H$	$= 40{,}66$ L.
		△ für O in OH	$= 2{,}50.$

§ 11. Viel genauer ergiebt sich die gleiche Thatsache aus dem Vergleich der Alkohole und Aldehyde, weil diese nahe gleiches Refractionsmaass haben, wenn man anerkennt, dass die Einflüsse von CH_2 und CO in einer Verbindung einander nach § 7 gleich sind. Man hat:

					Differenz für O in OH:
1.	Mr. **Aethylalkohol**	$= CH_3.CH_2.OH$	$= 20{,}31$ L.		2,13.
	„ **Aethylaldehyd**	$= CH_3.CO.H$	$= 18{,}18$ L.		
2.	Mr. **Propylalkohol**	$= C_2H_5.CH_2.OH$	$= 29{,}00$ Br.	i. M. = 27,92	2,40.
	„ **Isopropylalkohol**	=	$= 27{,}99$ Br.		
	„		$= 27{,}77$ L.		
	Mr. **Propylaldehyd**	$= C_2H_5.CO.H$	$= 25{,}49$ Br.	i. M. = 25,52	
	„ **Aceton**	$= C_2H_6.CO$	$= 25{,}55$ L.		
3.	Mr. **Butylalkohol**	$= C_3H_7.CH_2.OH$	$= 35{,}45$ Br.	i. M. = 35,43	2,52.
	„ **Isobutylalkohol**	=	$= 35{,}41$ L.		
	Mr. **Butylaldehyd**	$= C_3H_7.CO.H$	$= 32{,}95$ Br.	i. M. = 32,91	
	„ **Isobutylaldehyd**	=	$= 32{,}89$ Br.		
4.	Mr. **Isoamylalkohol**	$= C_4H_9.CH_2.OH$	$= 43{,}02$ L.		2,36.
	„ **Isoamylaldehyd**	$= C_4H_9.CO.H$	$= 40{,}66$ L.		
5.	Mr. **Methylhexylcarbinol**	$= C_7H_{15}.CH_2.OH$	$= 65{,}57$ Br.		2,28.
	„ **Methylhexylketon**	$= C_7H_{15}.CO.H$	$= 63{,}29$ Br.		

Hier ist im Mittel die für O in OH sich ergebende Differenz = 2,34.

Aus diesen Alkoholen unmittelbar geht aber für Mr. $CH_2 = OH_2$ hervor;

Aethylalkohol	$= C_2H_6O$	$= 20{,}31$ L.	$= 3 \times 6{,}77$
Propylalkohole	$= C_3H_8O$	$= 27{,}92$ i. M.	$= 4 \times 6{,}98$
Butylalkohole	$= C_4H_{10}O$	$= 35{,}43$ i. M.	$= 5 \times 7{,}09$
Isoamylalkohol	$= C_5H_{12}O$	$= 43{,}06$ L.	$= 6 \times 7{,}18$
Methylhexylcarbinol	$= C_8H_{18}O$	$= 65{,}57$ Br.	$= 9 \times 7{,}30.$

Im Mittel ist hier Mr. $CH_2 = OH_2 = \frac{35{,}32}{5} = 7{,}06$; und davon ist der dritte Theil $= 2{,}35$; für O in OH war im Mittel gefunden $2{,}34$; also der nämliche Werth.

Es ergiebt sich also in der That für O in OH ein Einfluss auf die Molecularrefraction, welcher der dritte Theil des Einflusses von $CH_2 = OH_2 = O_2$ des Carboxyls ist.

§ 12. Nun ist z. B. für Propionsäure und Propylalkohol, welche gleiches Refractionsmaass haben (§ 7).

$$\text{Mr. } CH_2 = \text{Mr. } CO = \text{Mr. } OH_2 = 7{,}00 = 3 \times 2{,}33$$

$$\text{Mr. O in OH} = \frac{1}{3}\,\text{Mr. } CH_2\ (\S\ 11) = 1 \times 2{,}33$$

$$\text{also Mr. } H_2 = 2 \times 2{,}33$$

$$\text{und Atomrefraction H} = 1 \times 2{,}33.$$

$$\text{Ebenso ist Mr. CO} = \text{Mr. } CH_2 = 7{,}00 = 3 \times 2{,}33$$

$$\text{aber Atomrefraction O in CO} = \text{Mr. } H_2 \text{ in } CH_2 = 2 \times 2{,}33$$

$$\text{also Atomrefraction C} = 1 \times 2{,}33.$$

Es haben also C, H und O in OH gleiche Atomrefraction $= 2{,}33$ im Propylalkohol und der Propionsäure; in CO aber hat O die doppelte $= 2 \times 2{,}33$.

Dieses gemeinschaftliche Maass, mit welchem die Refractionen der Elementaratome, hier im Propylalkohol und der Propionsäure, gemessen, als vielfache Werthe mit einfachen ganzen Zahlen erscheinen, will ich eine Refractionsstere, und hier kurz Stere nennen. Für den Propylalkohol und die Propionsäure ist also die Stere $= 2{,}33$.

Für die Buttersäure würde sich ebenso ergeben:

$$\text{Mr. } CH_2 = \text{Mr. } CO = 7{,}10 = 3 \times 2{,}37.$$
$$\text{Atr. C} = \text{Atr. H} = \text{Atr. O in OH} = 1 \times 2{,}37.$$
$$\text{Also Atr. O in CO} = 2 \times 2{,}37.$$

Die Stere der Buttersäure wäre = 2,37 u. s. f.

Nun kann man also sagen: dem Atome Kohlenstoff, dem Atome Wasserstoff und dem Atome des einwerthig gebundenen Sauerstoffs in OH kommt Eine Refractionsstere, dem zweiwerthig an C gebundenen O in CO aber kommen zwei Refractionssteren zu. Die einfachen Verhältnisse der Atomrefractionen der Elemente Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff liegen klar zu Tage.

§ 13. Drückt man nun die Molecularrefraction der Alkohole, Säuren, Aldehyde, Ketone und Ester nach den ermittelten Thatsachen in Steren aus, und schreibt die Anzahl Refractionssteren rechts oben neben das Zeichen eines Elementes, während die Zahl rechts unten die Anzahl der Atome bezeichnet, so erhält man die Formeln der Refractionsconstitution und die Steren wie folgt.

Zur Erläuterung schicke ich nur voran: Wenn z. B. geschrieben ist:

$$\text{Mr. Propionsäure} = C_3^3H_6^6O_2^3 = 28{,}01 \text{ L.} = 12 \times 2{,}33,$$

so heisst das: In der Propionsäure trägt jedes Atom Kohlenstoff und Wasserstoff Eine Stere, d. i. 2,33 Einheiten zur Molecularrefraction bei, O_2 aber drei Steren; nämlich O in OH der Säure Eine, O in CO der Säure zwei Steren. Die Molecularrefraction der Propionsäure setzt sich also aus 12 gleichwerthigen Einflüssen oder Steren zusammen; deren Grösse sich nach Landolts Beobachtung zu 2,33 ergiebt.

Für die Säuren hat man hiernach:

1.	Mr. **Ameisensäure**	$= C_1^1H_2^2O_2^3$	$= 13,61$ L.	$= 6 \times 2,27.$
2.	„ **Essigsäure**	$= C_2^2H_4^4O_2^3$	$= 20,69$ L.	$= 9 \times 2,30.$
3.	„ **Propionsäure**	$= C_3^3H_6^6O_2^3$	$= 28,01$ L.	$= 12 \times 2,33.$
4.	„ **Isobuttersäure**	$= C_4^4H_8^8O_2^3$	$= 35,48$ Br.	$= 15 \times 2,37.$
	„ **Buttersäure**	=	$= 35,54$ Br.	$= 15 \times 2,37.$
	„ „	=	$= 35,50$ L.	$= 15 \times 2,37.$
5.	„ **Isovaleriansäure**	$= C_5^5H_{10}^{10}O_2^3$	$= 43,16$ L.	$= 18 \times 2,40.$
6.	„ **Isocapronsäure**	$= C_6^6H_{12}^{12}O_2^3$	$= 50,56$ L.	$= 21 \times 2,41.$
7.	„ **Oenanthsäure**	$= C_7^7H_{14}^{14}O_2^3$	$= 58,19$ L.	$= 24 \times 2,42.$

Das Wachsen der Stere ist ein Anfangs rasches, später langsames, aber so überaus regelmässig, dass schon diese Regelmässigkeit dafür Bürgschaft leistet, dass hier die richtige Auffassung gegeben ist.

Die Einfachheit dieser Formeln bietet hier und bei allen folgenden Gruppen zugleich ein schönes Bild von der Einfachheit der Naturgesetze, welche der Mannigfaltigkeit der Erscheinungen zu Grunde liegen.

§ 14. Stellen wir ebenso die mit den Säuren durch Isomerie und nahe gleiche Molecularrefraction vereinigten Ester zusammen, so erhalten wir:

1.	Mr. **Methylacetat**	$= C_3^3H_6^6O_2^3$	$= 28,78$ L.	i. M. = 28,70 = $12 \times 2,39.$
	„ **Aethylformiat**	=	$= 28,61$ L.	
2.	„ **Aethylacetat**	$= C_4^4H_8^8O_2^3$	$= 35,46$ L.	$= 15 \times 2,36.$
3.	„ **Methylbutyrat**	$= C_5^5H_{10}^{10}O_2^3$	$= 43,11$ L.	i. M. = 43,11 = $18 \times 2,40.$
	„ **Propylacetat**	=	$= 43,11$ Br.	
4.	„ **Methylisovalerianat**	$= C_6^6H_{12}^{12}O_2^3$	$= 50,67$ L.	i. M. = 50,68 = $21 \times 2,41.$
	„ **Aethylbutyrat**	=	$= 50,32$ L.	
	„ **Isoamylformiat**	=	$= 51,06$ L.	
5.	„ **Aethylisovalerianat**	$= C_7^7H_{14}^{14}O_2^3$	$= 58,03$ L.	i. M. = 58,86 = $24 \times 2,45.$
	„ **Isoamylacetat**	=	$= 59,70$ L.	
6.	„ **Isoamylisovalerianat**	$= C_{10}^{10}H_{20}^{20}O_2^3$	$= 80,48$ L.	$= 33 \times 2,44.$

Obwohl die Ester schwieriger rein zu gewinnen, und daher ihre beobachteten Molecularrefractionen minder genau zu erhalten sind, ist doch auch hier das langsame Wachsen der Stere mit dem Atomgewicht ganz unzweifelhaft ausgesprochen. Die Steren stimmen viel besser überein, als die Differenzen, auf welche sich alle Fehler concentriren.

Die vorliegenden Beziehungen sind zugleich eine sehr werthvolle Bestätigung dafür, dass CH_2 und O_2 der Ester gleiche Einflüsse auf die Molecularrefraction haben.

§ 15. Für die Alkohole ergiebt sich:

1.	Mr. **Methylalkohol**	$= C_1{}^1H_4{}^4O_1{}^1$	$= 12{,}93$ L.	$= 6 \times 2{,}16.$
2.	„ **Aethylalkohol**	$= C_2{}^2H_6{}^6O_1{}^1$	$= 20{,}31$ L.	$= 9 \times 2{,}26.$
3.	„ **Propylalkohol**	$= C_3{}^3H_8{}^8O_1{}^1$	$= 28{,}00$ Br.	i. M. $= 27{,}92$
	„ **Isopropylalkohol**	$= \ldots .$	$= 27{,}77$ L.	$= 12 \times 2{,}33.$
	„ „	$= \ldots .$	$= 27{,}99$ Br.	
4.	„ **Butylalkohol**	$= C_4{}^4H_{10}{}^{10}O_1{}^1$	$= 35{,}45$ Br.	i. M. $= 35{,}46$
	„ **Isobutylalkohol**	$= \ldots .$	$= 35{,}41$ L.	$= 15 \times 2{,}36.$
	„ **Trimethylcarbinol**	$= \ldots .$	$= 35{,}53$ Br.	
5.	„ **Isoamylalkoho**	$= C_5{}^5H_{12}{}^{12}O_1{}^1$	$= 43{,}06$ Br.	i. M. $= 43{,}04$
	„ „	$= \ldots .$	$= 43{,}02$ L.	$= 18 \times 2{,}39.$
6.	„ **Methylhexylcarbinol**	$= C_8{}^8H_{18}{}^{18}O_1{}^1$	$= 65{,}57$ Br.	$= 27 \times 2{,}43.$

Auch hier nehmen die Steren überaus regelmässig mit dem Atomgewicht zu Die Refractionsconstitution der Alkohole ist die einfachste, welche sich denken lässt. Jedes Elementaratom hat den Einfluss Einer Stere auf die Molecularrefraction.

§ 16. Für die Aldehyde und Ketone ergiebt sich die Refractionsconstitution:

1.	Mr. **Aethylaldehyd**	$= C_2{}^2H_4{}^4O_1{}^2$	$= 18{,}18$ L.	$= 8 \times 2{,}27.$
2.	„ **Propylaldehyd**	$= C_3{}^3H_6{}^6O_1{}^2$	$= 25{,}42$ Br.	i. M. $= 25{,}48$
	„ **Aceton**	$= \ldots .$	$= 25{,}55$ L	$= 11 \times 2{,}32.$

3.	Mr. **Butylaldehyd**	$= C_4{}^4H_8{}^8O_1{}^2$	$= 32,93$ Br.	i. M. $= 32,91$
	„ **Isobutylaldehyd**	$= \ldots\ldots$	$= 32,89$ Br.	$= 14 \times 2,35.$
4.	„ **Isovaleraldehyd**	$= C_5{}^5H_{10}{}^{10}O_1{}^2$	$= 40,66$ L.	$= 17 \times 2,39.$
5.	„ **Oenanthol**	$= C_7{}^7H_{14}{}^{14}O_1{}^2$	$= 55,59$ Br.	$= 23 \times 2,42.$
6.	„ **Methylhexylketon**	$= C_8{}^8H_{16}{}^{16}O_1{}^2$	$= 63,29$ Br.	$= 26 \times 2,43.$

Auch hier ist die allmähliche Zunahme des Refractionsmaasses oder der Stere eine äusserst regelmässige. Die Steren sind sehr nahe denen der entsprechenden Alkohole gleich.

§ 17. Die vorgelegten Gruppen zeigen eine überaus einfache schöne Gesetzmässigkeit. Dem unbefangenen Forscher ist dieselbe eine Bürgschaft dafür, dass die gegebene Theorie den wirklichen natürlichen Beziehungen entspricht.

Es ist sehr merkwürdig, dass die Formeln der Refractionsconstitution bis dahin ganz und gar übereinstimmen mit den Formeln, welche, wie ich ausführlich begründet habe, der Volumconstitution der nämlichen Körper Ausdruck geben. In jeder der bisher behandelten Verbindungen tragen die Elementaratome ebenso viele Steren zur Raumerfüllung bei als zur Molecularrefraction.

Es entsprechen die Beobachtungen der Molecularrefraction den theoretischen, durch die Formeln ausgedrückten Werthen jedoch noch genauer, als die beobachteten Volume bei den respectiven Kochpunkten, weil die Molecularrefraction, von der Temperatur nahe unabhängig, angenommen werden kann als gemessen bei den correspondirenden Temperaturen, obwohl in Wirklichkeit bei 20° beobachtet. Sie lässt sich aber bei 20° genauer beobachten, als die Volume beim Kochpunkt; und es liegt hierin die Ursache, wesshalb die Beobachtung der Molecularrefraction in Zukunft als eines der aller werth-

vollsten Hülfsmittel zur Charakteristik der chemischen Natur der Körper zu betrachten sein wird.

Der Parallelismus, welcher sich für die bis jetzt behandelten gesättigten Verbindungen zwischen der Refractionsconstitution und der Volumconstitution ergeben hat, erstreckt sich jedoch, wie sich ergeben wird, nicht auf die ungesättigten Verbindungen. Bei diesen ändert sich die Refractionsconstitution in anderer Weise, als die Volumconstitution.

§ 18. Bisher hat man nur versucht, aus den Differenzen empirische Werthe für die Molecularrefraction der Elementaratome abzuleiten, aus deren Summation sich die Molecularrefraction der Verbindungen berechnen lässt. Man ist dadurch für die einzelnen Elementaratome zu ganz irrigen Bestimmungen gelangt, deren Unrichtigkeit nur dadurch verhüllt wird, dass die Fehler in der Bestimmung des Einflusses des Einen Elementaratoms durch die Fehler in der Bestimmung des Einflusses der anderen Elementaratome bei der Summation mehr oder weniger ausgeglichen werden. Dass diess nicht streng gelingen kann, habe ich schon im § 6 hervorgehoben. Mit jeder neu untersuchten Gruppe wird man wieder neue Mittelzahlen suchen müssen, und irgend ein Zusammenhang dieser Zahlen ergiebt sich nicht. Ueberdiess trägt man dem Wachsen des Refractionsmaasses mit dem Atomgewicht keine Rechnung.

Wie überaus schön und einfach erscheint dagegen die wirkliche Refractionsconstitution. Die einwerthig verketteten Elemantaratome des Kohlenstoffs, des Wasserstoffs und des Sauerstoffs haben Eine Refractionsstere; das zweiwerthig verkettete Sauerstoffatom hat zwei Refractionssteren. Die Stere selbst ist in allen Gruppen = 2,3 bis 2,4; nimmt mit dem Atomgewicht regelmässig zu, und ist nur für die

4 Anfangsglieder Ameisensäure, Methyl- und Aethylalkohol und Aethylaldehyd um wenig kleiner als 2,3, und nur für die zwei höchsten Säuren, die drei höchsten Ester, den höchsten Alkohol und die zwei höchsten Aldehyde, welche beobachtet sind, sehr wenig grösser als 2,4.

Wie viel natürlicher muss es auch von vornherein erscheinen, dass die verbundenen Elemente sich in ihren Wirkungen auf das Licht gegenseitig abgleichen und accommodiren, als an der unnatürlichen Idee von Elementen festzuhalten, welche ganz unbeeinflusst von allen mit ihnen verbundenen Elementen in absoluter Starrheit beharren und stets den nämlichen Einfluss auf die verschiedensten Verbindungen üben sollen.

§ 19. Ehe ich zur Betrachtung der ungesättigten Verbindungen übergehe, will ich die Refractionsconstitution aller von Brühl nach seinen und Landolts Beobachtungen mitgetheilten, aber hier noch nicht in Betracht gezogenen gesättigten Verbindungen angeben, indem ich jedoch von den Halogenverbindungen, die eine besondere Untersuchung erfordern, vorerst absehe. Es entsprechen alle gesättigten Verbindungen der nämlichen theoretischen Auffassung: alle einwerthig verknüpften C, H und O haben Eine Stere, das zweiwerthig gebundene O hat zwei Steren.

Hierher gehört zunächst ein Kohlenwasserstoff; das Hexan. Seine Refractionsconstitution ist gegeben als:

1. Mr. Hexan $= C_6^{6}H_{14}^{14} = 47,59$ Br. $= 20 \times 2,38$.

Ferner gehören hierher einige Aetherarten, deren Refractionsconstitution sich ebenfalls unmittelbar ergiebt als:

2. Mr. **Methylal** = **Methylendimethylaether** = $C_3{}^3H_8{}^8O_2{}^2$ = 30,46 Br. = 13 × 2,34.
3. „ **Aethylaether** = $C_4{}^4H_{10}{}^{10}O_1{}^1$ = 35,58 L. = 15 × 2,37.
4. „ **Propylaethylaether** = $C_5{}^5H_{12}{}^{12}O_1{}^1$ = 42,86 Br. = 18 × 2,38.
5. „ **Acetal** = **Aethylidendiaethylaether** = $C_6{}^6H_{14}{}^{14}O_2{}^2$ = 52,82 Br. = 22 × 2,41.

Auch bei diesen Aethern wächst die Stere mit dem Atomgewicht und entspricht ausnahmslos dem normalen Werthe 2,3 bis 2,4. Jedem Elementaratom entspricht Eine Stere.

§ 20. Es sind ferner noch einige Ester beobachtet.

a) dem kohlensauren Aethyl = $C_1{}^1O_1{}^2(O_1{}^1C_2{}^2H_5{}^5)_2$ entspricht Ein doppelt gebundenes O als $O_1{}^2$; es ist daher:

6. Mr. **Aethylcarbonat** = $C_5{}^5H_{10}{}^{10}O_3{}^4$ = 45,41 Br. = 19 × 2,39.

b) dem Aethyloxalat = $\begin{matrix} C_1{}^1O_1{}^2 . O_1{}^1C_2{}^2H_5{}^5 \\ C_1{}^1O_1{}^2 . O_1{}^1C_2{}^2H_5{}^5 \end{matrix}$ entsprechen zwei doppelt gebundene O als $O_1{}^2$; es ist daher

7. Mr. **Aethyloxalat** = $C_6{}^6H_{10}{}^{10}O_4{}^6$ = 54,00 Br. = 22 × 2,45.

c) dem Acetessigester =

$$C_1{}^1O_1{}^2 \begin{matrix} \diagup C_1{}^1H_3{}^3 \\ \diagdown C_1{}^1H_2{}^2 . C_1{}^1O_1{}^2 . O_1{}^1C_2{}^2H_5{}^5 \end{matrix}$$

entsprechen ebenfalls zwei doppelt gebundene O als $O_1{}^2$, und es ist daher:

8. Mr. **Acetessigester** = $C_6{}^6H_{10}{}^{10}O_3{}^5$ = 51,62 Br. = 21 × 2,46.

d) dem dreibasischen Citronsauren Aethyl =

$$C_3{}^3H_4{}^4(O_1{}^1H_1{}^1) \left\{ \begin{matrix} C_1{}^1O_2{}^3 . C_2{}^2H_5{}^5 \\ C_1{}^1O_2{}^3 . C_2{}^2H_5{}^5 \\ C_1{}^1O_2{}^3 . C_2{}^2H_5{}^5 \end{matrix} \right.$$

entsprechen drei doppelt gebundene O als $O_1{}^2$, und es ist daher

9. Mr. **Triaethylcitrat** $= C_{12}{}^{12}H_{20}{}^{20}O_7{}^{10}$ = 105,09 Br. = 42 × 2,50.

e) Wird auch das H in OH des Aethylcitrats durch Aethyl ersetzt, so entsteht das Tetraethylcitrat, mit der Refractionsconstitution;

10. Mr. **Tetraethylcitrat** $= C_{14}{}^{14}H_{24}{}^{24}O_7{}^{10}$ = 119,97 Br. = 48 × 2,50.

Es befolgen, wie man sieht, auch die zwei- und dreibasischen Säuren und ihre Ester ganz das nämliche Gesetz. Auch bei obigen Estern ist das Wachsen der Stere sehr normal, und sie geht bei den Citraten von sehr hohem Atomgewicht bis zu 2,50.

§ 21. Es sind ferner noch beobachtet:

a) die Gährungsmilchsäure oder Oxypropionsäure $= C_1{}^1H_3{}^3 . C_1{}^1H_1{}^1O_1{}^1H_1{}^1 . C_1{}^1O_2{}^3H_1{}^1$, deren Refractionsconstitution also gegeben ist durch:

11. Mr. **Gährungsmilchsäure** $= C_3{}^3H_6{}^6O_3{}^4$ = 31,18 L. = 13 × 2,40.

b) das Essigsäureanhydrid =

$$C_1{}^1H_3{}^3C_1{}^1O_1{}^2 . O_1{}^1 . C_1{}^1O_1{}^2 . C_1{}^1H_3{}^3,$$

dessen Refractionsconstitution demnach ist:

12. **Essigsäureanhydrid** $= C_4{}^4H_6{}^6O_3{}^5$ = 35,82 L. = 15 × 2,39.

c) das Glycerin $= C_3{}^3H_5{}^5(O_1{}^1H_1{}^1)_3$, dessen Refractionsconstitution demnach einfach sich ergiebt als:

13. Mr. **Glycerin** $= C_3{}^3H_8{}^8O_3{}^3$ = 33,70 L. = 14 × 2,41.

Alle bis jetzt auf ihre Lichtbrechung in vergleichbarer Weise untersuchten Substanzen befolgen, wie man sieht, auf das genaueste das mitgetheilte überaus einfache Gesetz.

Nur für das Wasser würde sich eine sehr anormal niedrige Stere ergeben, und ich muss daher auf die Molecularrefraction des Wassers an anderer Stelle zurückkommen.

II. Ungesättigte Verbindungen der Fettreihe.

§ 22. In dem einwerthigen Allyl = C_3H_5 nimmt man Ein Paar doppelt verketteter Kohlenstoffatome an. Man erhält über die Refractionsconstitution des Allyls Aufschluss durch den Vergleich seiner Verbindungen mit den entsprechenden Aethyl- und Propyl-Verbindungen.

Völlig gleiches Refractionsmaass haben der Aethylalkohol und der Allylalkohol. Für die Alkohole ergab sich § 9 bis § 12, dass in denselben Mr. CH_2 = Mr. OH_2 = 3 Steren. Nun ist

Mr. Aethylalkohol = $C_2{}^2H_4{}^4 . O_1{}^1H_2{}^2$ = 20,31 L. = 3 × 6,77 = 9 × 2,26.
" Allylalkohol = $C_2H_2 . C_1{}^1H_2{}^2 . O_1{}^1H_2{}^2$ = 27,09 Br. = 4 × 6,77 = 12 × 2,26.

Der Allylalkohol hat eine Mr. = 4 × 6,77, d. i. 4mal der Einfluss von Mr. CH_2 = Mr. OH_2; der Aethylalkohol hat eine Mr. = 3 × 6,77 = 3mal Mr. CH_2 = Mr. OH_2. Es geht hieraus hervor, dass die Gruppe C_2H_2 des Allylalkohols mit 2 doppelt verketteten Kohlenstoffatomen die nämliche Molecularrefraction hat, wie C_2H_4 des Aethylalkohols. Der Einfluss des durch die Doppelbindung der Kohlenstoffatome zur Sättigung entbehrlich gewordenen Wasserstoffs wird durch die erhöhte Molecularrefraction der Kohlenstoffatome selbst, der Sterenzahl nach, vollkommen ersetzt. Es ist also die Molecularrefraction der Gruppe C_2H_2 gegeben durch die Formel Mr. $C_2{}^4H_2{}^2$ = Mr. $C_2{}^2H_4{}^4$; die beiden doppelt verketteten Kohlenstoffatome des Allyls haben die Mr. $C_2{}^4$, das heisst, die doppelte von derjenigen, welche den einfach verketteten Kohlenstoffatomen eigen ist.

Dem Allyl = $C_2{}^4H_3{}^3 . C_1{}^1H_2{}^2 = C_3{}^5H_5{}^5$ = 10 Steren, entspricht demnach der Sterenzahl nach die nämliche

Molecularrefraction, wie dem Propyl = $C_3{}^3H_7{}^7$ = 10 Steren.

Es bestätigt sich diess sofort, wenn man die entsprechenden Propyl- und Allyl-Verbindungen vergleicht. Man hat:

1. Mr. **Propylaldehyd** = $C_2{}^2H_5{}^5 . C_1{}^1O_1{}^2H_1{}^1$ = 25,42 Br. = 11 × 2,31.
   „ **Allylaldehyd** (Acroleïn) = $C_2{}^4H_3{}^3 . C_1{}^1O_1{}^2H_1{}^1$ = 25,31 Br. = 11 × 2,30.

2. Mr. **Propylalkohol** = $C_3{}^3H_7{}^7 . O_1{}^1H_1{}^1$ = 28,00 Br. = 12 × 2,33.
   „ **Allylalkohol** = $C_3{}^5H_5{}^5 . O_1{}^1H_1{}^1$ = 27,09 Br. = 12 × 2,26.

3. Mr. **Buttersäure** = $C_3{}^3H_7{}^7 . C_1{}^1O_2{}^3H_1{}^1$ = 35,54 Br. = 15 × 2,37.
   „ **Methacrylsäure** = $C_3{}^5H_5{}^5 . C_1{}^1O_2{}^3H_1{}^1$ = 35,07 Br. = 15 × 2,34.

4. Mr. **Propylchlorid** = $C_3{}^3H_7{}^7Cl_1{}^4$ = 33,36 Br. = 14 × 2,38.
   „ **Allylchlorid** = $C_3{}^5H_5{}^5Cl_1{}^4$ = 32,63 Br. = 14 × 2,33.

5. Mr. **Propylaethylaether** = $C_3{}^3H_7{}^7 . O_1{}^1 . C_2{}^2H_5{}^5$ = 42,86 Br. = 18 × 2,38.
   „ **Allylaethylaether** = $C_3{}^5H_5{}^5 . O_1{}^1 . C_2{}^2H_5{}^5$ = 42,20 Br. = 18 × 2,34.

6. Mr. **Propylacetat** = $C_3{}^3H_7{}^7O_1{}^1 . C_1{}^1O_1{}^2 . C_1{}^1H_3{}^3$ = 43,11 Br. = 18 × 2,40.
   „ **Allylacetat** = $C_3{}^5H_5{}^5O_1{}^1 . C_1{}^1O_1{}^2 . C_1{}^1H_3{}^3$ = 42,21 Br. = 18 × 2,34.

Stets liegen sich die Molecularrefractionen jeden Paars sehr nahe; sie unterscheiden sich nicht mehr, als sich die Molecularrefractionen isomerer Substanzen von einander unterscheiden. Das Refractionsmaass der Propylverbindung ist stets etwas grösser; aber in der nämlichen Verbindung haben wir für Propyl und Allyl den gleichen Einfluss von 10 Steren auf die Molecularrefraction anzuerkennen, indem wir die bisher stets bewährte Schlussweise anwenden: Wenn zweierlei Elemente oder Gruppen in verschiedenen sich entsprechenden Verbindungen stets sehr nahe den gleichen Einfluss

auf die Molecularrefraction ausüben, so kommen diesen Elementen oder Gruppen in der nämlichen Verbindung gleiche Einflüsse zu. Es ist diess eine Consequenz aus dem bis jetzt allgemein bewährten, und in den Paragraphen 7 bis 12 auch für die Molecularrefraction bewiesenen Sterengesetz.

§ 23. Es ist bemerkenswerth, dass das Refractionsmaass der Allylverbindungen stets demjenigen entsprechender Verbindungen von gleichem Wasserstoffgehalt sehr nahe liegt. So hat man:

1.	Mr. **Allylaldehyd** (Aeroleïn)	$= C_3^5H_4^4O_1^2$	$= 25{,}31$ Br.	$= 11 \times 2{,}30$.
	„ **Aethylaldehyd**	$= C_2^2H_4^4O_1^2$	$= 18{,}18$ L.	$= 8 \times 2{,}27$.
2.	Mr. **Allylalkohol**	$= C_3^5H_6^6O_1^1$	$= 27{,}09$ Br.	$= 12 \times 2{,}26$.
	„ **Aethylalkohol**	$= C_2^2H_6^6O_1^1$	$= 20{,}31$ L.	$= 9 \times 2{,}26$.
3.	Mr. **Methacrylsäure**	$= C_4^6H_6^6O_2^3$	$= 35{,}07$ Br.	$= 15 \times 2{,}34$.
	„ **Propionsäure**	$= C_3^3H_6^6O_2^3$	$= 28{,}01$ L.	$= 12 \times 2{,}33$.
4.	Mr. **Allylaethylaether**	$= C_5^7H_{10}^{10}O_1^1$	$= 42{,}20$ Br.	$= 18 \times 2{,}34$.
	„ **Aethylaethylaether**	$= C_4^4H_{10}^{10}O_1^1$	$= 35{,}53$ L.	$= 12 \times 2{,}37$.
5.	Mr. **Allylacetat**	$= C_5^7H_8^8O_2^3$	$= 42{,}21$ Br.	$= 18 \times 2{,}34$.
	„ **Aethylacetat**	$= C_4^4H_8^8O_2^3$	$= 35{,}46$ L.	$= 15 \times 2{,}36$.

§ 24. Kannonikow hat neuestens l. c. noch einige höhere Allylalkohole untersucht, deren Refractionsconstitution sich hiernach unmittelbar völlig normal ergiebt, und zwar:

1.	Mr. **Allyldimethylcarbinol**	$= C_6^8H_{12}^{12}O_1^1$	$= 49{,}84$ Kannonikow $= 21 \times 2{,}37$.
2.	„ **Allyldiaethylcarbinol**	$= C_8^{10}H_{16}^{16}O_1^1$	$= 64{,}62$ Kannonikow $= 27 \times 2{,}39$.
3.	„ **Allylmethylpropylcarbinol**	$= C_8^{10}H_{16}^{16}O_1^1$	$= 65{,}10$ Kannonikow $= 27 \times 2{,}41$.
4.	„ **Allyldipropylcarbinol**	$= C_{10}^{12}H_{20}^{20}O_1^1$	$= 79{,}64$ Kannonikow $= 33 \times 2{,}41$.

Hier ist wieder das Wachsen des Refractionsmaasses mit dem Atomgewicht vom Allylalkohol bis zum Allyldipropylcarbinol sehr klar vor Augen gelegt.

Diese Auffassung wird noch bestätigt durch den nahen Isosterismus von Allylmethylpropylcarbinol mit Methylhexylcarbinol; man hat:

Mr. **Methylhexylcarbinol** $= C_8{}^8H_{18}{}^{18}O_1{}^1 = 65{,}57$ Br. $= 27 \times 2{,}43$
„ **Allylmethylpropylcarbinol** $= C_8{}^{10}H_{16}{}^{16}O_1{}^1 = 65{,}10$ Kannonikow $= 27 \times 2{,}41$.

Ebenso ergiebt sich auch die nahe Uebereinstimmung des Refractionsmaasses mit der entsprechenden Verbindung von gleichem Wasserstoffgehalt aus:

Mr. **Allyldimethylcarbinol** $= C_6{}^8H_{12}{}^{12}O_1{}^1 = 49{,}84$ Kannonikow $= 21 \times 2{,}37$
„ **Isoamylalkohol** $= C_5{}^5H_{12}{}^{12}O_1{}^1 = 43{,}04$ i. M. $= 18 \times 2{,}39$.

§ 25. Für das Amylen $= C_5H_{10}$, welches ebenfalls zwei doppelt verkettete Kohlenstoffatome als $C_2{}^4$ enthält, ergiebt sich hiernach sofort die Refractionsconstitution:

Mr. **Amylen** $= C_5{}^7H_{10}{}^{10} = 39{,}29$ Br. $= 17 \times 2{,}31$.

Es ist nun sehr merkwürdig, dass das Diallyl $= C_6H_{10}$, welches zwei Paare doppelt gebundener Kohlenstoffatome enthält, und dessen Refractionsconstitution hiernach durch $C_6{}^{10}H_{10}{}^{10}$ gegeben sein muss, in der That wieder das nämliche Refractionsmaass hat, wie das Amylen von gleichem Wasserstoffgehalt; denn man hat:

Mr. **Diallyl** $= C_6{}^{10}H_{10}{}^{10} = 45{,}99$ Br. $= 20 \times 2{,}30$.

Dagegen hat das Valerylen $= C_5H_8$ mit ebenfalls zwei Paaren doppelt verketteter Kohlenstoffatome, seines geringeren Wasserstoffgehaltes wegen, eine im Vergleich zum Amylen abermals etwas erniedrigte Stere:

Mr. Amylen $= C_5{}^7H_{10}{}^{10} = 39{,}29$ Br. $= 17 \times 2{,}31$.
„ Valerylen $= C_5{}^9H_8{}^8 = 38{,}65$ Br. $= 17 \times 2{,}24$.

Die Sterenzahl dieser ungesättigten Kohlenwasserstoffe ist gleich der Sterenzahl der gesättigten Kohlenwasserstoffe von gleichem Kohlenstoffgehalt.

§ 26. Die Richtigkeit der gegebenen Auffassung der Molecularrefraction des Allyls und Diallyls wird sofort noch weiter dadurch verbürgt, dass sich nach derselben die von Kannonikow untersuchte und l. c. mitgetheilte Molecularrefraction mehrerer Diallylcarbinole vollkommen normal erklärt. Ihre Refractionsconstitution ergiebt sich in der That unmittelbar als:

1. Mr. Diallylcarbinol $= C_7{}^{11}H^{12}{}_{12}O_1{}^1 = 56{,}60$ Kann. $= 24 \times 2{,}36$.
2. „ Diallylmethylcarbinol $= C_8{}^{12}H_{14}{}^{14}O_1{}^1 = 63{,}82$ „ $= 27 \times 2{,}36$.
3. „ Diallylpropylcarbinol $= C_{10}{}^{14}H_{18}{}^{18}O_1{}^1 = 78{,}74$ „ $= 33 \times 2{,}39$.

Auch hier zeigt sich wieder die normale Erniedrigung der Stere, indem C an die Stelle von H_2 tritt, aus den Relationen:

1. Mr. Allyldiaethylcarbinol $= C_8{}^{10}H_{16}{}^{16}O_1{}^1 = 64{,}62$ Kann. $= 27 \times 2{,}39$.
   „ Diallylmethylcarbinol $= C_8{}^{12}H_{14}{}^{14}O_1{}^1 = 63{,}82$ „ $= 27 \times 2{,}36$.

2. Mr. Allyldipropylcarbinol $= C_{10}{}^{12}H_{20}{}^{20}O_1{}^1 = 79{,}64$ Kann. $= 33 \times 2{,}41$.
   „ Diallylpropylcarbinol $= C_{10}{}^{14}H_{18}{}^{18}O_1{}^1 = 78{,}74$ „ $= 33 \times 2{,}39$.

Ebenso ergiebt sich wieder die nahe Uebereinstimmung der Stere oder des Refractionsmaasses bei gleichem Wasserstoffgehalt aus der Relation:

3. Mr. Allyldimethylcarbinol $= C_6{}^8H_{12}{}^{12}O_1{}^1 = 49{,}84$ Kann. $= 21 \times 2{,}37$.
   „ Diallylcarbinol $= C_7{}^{11}H_{12}{}^{12}O_1{}^1 = 56{,}60$ „ $= 24 \times 2{,}36$.

Dass der Hinzutritt von CH_2 die Stere um etwa ebensoviel erhöht, als eine Doppelbindung zweier Kohlenstoffatome sie erniedrigt, ergiebt sich aus der Gleichheit der Steren des Paares:

4. Mr. **Allyldiaethylcarbinol** $= C_8{}^{10}H_{16}{}^{16}O_1{}^1 = 64,62$ Kann. $= 26 \times 2,39$.
„ **Diallylpropylcarbinol** $= C_{10}{}^{14}H_{18}{}^{18}O_1{}^1 = 78,74$ „ $= 33 \times 2,39$.

Alle diese Gesetzmässigkeiten aber, welche ohne das Sterengesetz gar nicht erkannt werden können, bestätigen ihrerseits das Sterengesetz selbst.

§ 27. Bei den ungesättigten Verbindungen stimmen, wie man sieht, die Volumconstitution und die Refractionsconstitution nicht mehr überein, während diess bei den gesättigten Verbindungen ausnahmslos der Fall ist.

Die einwerthig verbundenen Elementaratome des Kohlenstoffs, Wasserstoffs und Sauerstoffs tragen Eine Stere sowohl zur Volumconstitution als zur Refractionsconstitution bei; das zweiwerthig verbundene Sauerstoffatom trägt zwei Steren sowohl zur Volumconstitution als zur Refractionsconstitution bei.

Aber die Volumconstitution zweier doppelt verbundener Kohlenstoffatome ist ausgedrückt durch die Formel $C_2{}^3$, das heisst, sie haben drei Steren Raumerfüllung; die Refractionsconstitution derselben ist dagegen ausgedrückt durch die Formel $C_2{}^4$, das heisst, sie üben einen Einfluss von vier Refractionssteren.

III. Aromatische Verbindungen.

§ 28. Ich gehe nun über zur Betrachtung der aromatischen Verbindungen, bei welchen sich ganz andere Beziehungen herausstellen. Hier ergeben sich nun zunächst ganz unzweifelhaft die folgenden Thatsachen.

Das Benzol selbst ist isorefractär mit Propylaethylaether, Isoamylalkohol, Isovaleriansäure u. s. w., und hat daher wie die letzteren 18 Steren. Man hat:

1.	Mr. **Benzol**	$= C_6H_6$	= 42,16 Br.	$= 18 \times 2{,}34.$
	„ **Propylaethylaether**	$= C_5{}^5H_{12}{}^{12}O_1{}^1$	= 42,86 Br.	$= 18 \times 2{,}38.$
	„ **Isoamylalkohol**	$= C_5{}^5H_{12}{}^{12}O_1{}^1$	= 43,04 i.M.	$= 18 \times 2{,}39.$
	„ **Isovaleriansäure**	$= C_5{}^5H_{10}{}^{10}O_2{}^3$	= 43,16 L.	$= 18 \times 2{,}40.$
	„ **Methylbutyrat**	$= C_5{}^5H_{10}{}^{10}O_2{}^3$	= 43,11 L.	$= 18 \times 2{,}40$
	„ **Propylacetat**	$= C_5{}^5H_{10}{}^{10}O_2{}^3$	= 43,11 Br.	$= 18 \times 2{,}40.$

§ 29. Das Toluol = Methylbenzol $= C_6H_5 . CH_3$ ist isorefractär mit Aethylbutyrat, Methylisovalerianat, Isoamylformiat, Isocapronsäure und Acetessigester, und hat daher, wie die genannten Verbindungen 21 Steren. Man hat:

2.	Mr. **Toluol**	$C_6H_5 . C_1{}^1H_3{}^3$	= 50,06 Br.	$= 21 \times 2{,}38.$
	„ **Aethylbutyrat**	$C_6{}^6H_{12}{}^{12}O_2{}^3$	= 50,32 L.	$= 21 \times 2{,}38.$
	„ **Methylisovalerianat**	. . . .	= 50,67 L.	$= 21 \times 2{,}41.$
	„ **Isoamylformiat**	. . . .	= 51,06 L.	$= 21 \times 2{,}43.$
	„ **Isocapronsäure**	. . . .	= 50,56 L.	$= 21 \times 2{,}41.$
	„ **Acetessigester**	$C_6{}^6H_{10}{}^{10}O_3{}^5$	= 51,62 Br.	$= 21 \times 2{,}46.$

Da nun dem Toluol 21 Steren, dem Methyl im Toluol aber 4 Steren zukommen, so ergiebt sich, dass dem Phenyl $= C_6H_5$ noch 17 Steren entsprechen. Dem Benzol $= C_6H_6$ entsprechen 18 Steren. Das Eine Atom Wasserstoff übt also den Einfluss Einer Stere aus; und da man genügende Gründe hat, die Wasserstoffatome des Benzols alle für gleichwerthig anzuerkennen, so haben also die 6 Atome Wasserstoff des Benzols, wie bisher überall, 6 Steren Einfluss, und von den 18 Steren des Benzols bleiben für die 6 Kohlenstoffatome noch 12 Steren übrig.

Die Refractionsconstitution des Phenyls und des Benzols ist hiernach gegeben durch die Formeln: Phenyl $= C_6{}^{12}H_5{}^5 = 17$ Steren, und Benzol $= C_6{}^{12}H_6{}^6 = 18$ Steren.

Für das Benzol und Toluol aber ergiebt sich die Refractionsconstitution:

Mr. **Benzol** $= C_6{}^{12}H_6{}^6 = 42{,}16$ Br. $= 18 \times 2{,}34$
„ **Toluol** $= C_6{}^{12}H_5{}^5 . C_1{}^1H_3{}^3 = C_7{}^{13}H_8{}^8 = 50{,}06$ Br. $= 21 \times 2{,}38$.

Wieder liegt hier das Wachsen der Stere mit dem Atomgewicht klar vor Augen.

Mit dieser Auffassung stimmen nun alle bis jetzt beobachteten Abkömmlinge des Benzols vollkommen überein.

§ 30. Das Mesitylen wird betrachtet als Trimethylbenzol $= C_6H_3(CH_3)_3$, und seine Refractionsconstitution muss daher gegeben sein durch die Formel $C_6{}^{12}H_3{}^3 . C_3{}^3H_9{}^9 = C_9{}^{15}H_{12}{}^{12} = 27$ Steren. Die Beobachtung entspricht dem vollkommen, denn es ist genau isoster mit dem Methylhexylcarbinol und dem Allylpropylmethylcarbinol. Man hat:

3. Mr. **Mesitylen** $= C_9{}^{15}H_{12}{}^{12} = 65{,}75$ Br. $= 27 \times 2{,}44$.
„ **Methylhexylcarbinol** $= C_8{}^8H_{18}{}^{18}O_1{}^1 = 65{,}57$ Br. $= 27 \times 2{,}43$.
„ **Allylmethylpropylcarbinol** $= C_8{}^{10}H_{16}{}^{16}O_1{}^1 = 65{,}10$ Kann. $=$ $27 \times 2{,}41$.

Auch vom Toluol zum Mesitylen wächst die Stere wieder normal.

§ 31. Das Phenol $= C_6H_5 . OH$ ist isoster mit Aethylcarbonat, und es müssen ihm daher 19 Steren entsprechen. Diess ist nach der normalen Refractionsconstitution $= C_6{}^{12}H_5{}^5 . O_1{}^1H_1{}^1 = 19$ Steren unmittelbar vorauszusehen. In der That hat man:

4. Mr. **Phenol** $= C_6{}^{12}H_6{}^6O_1{}^1 = 45{,}71$ L. $= 19 \times 2{,}41$.
„ **Aethylcarbonat** $= C_5{}^5H_{10}{}^{10}O_3{}^4 = 45{,}41$ Br. $= 19 \times 2{,}39$.

§ 32. Das Bittermandelöl ist isoster mit dem Acetessigester und all den Verbindungen, welche mit Toluol isoster sind (§ 29); es müssen ihm daher 21 Steren zukommen. Diess entspricht vollkommen seiner chemischen Constitutionsformel und der zugehörigen Refractionsconstitution $= C_6{}^{12}H_5{}^5 . C_1{}^1O_1{}^2H_1{}^1 = C_7{}^{13}H_6{}^6O_1{}^2 = 21$ Steren. In der That ist:

5. { Mr. Bittermandelöl $= C_7{}^{13}H_6{}^{6}O_1{}^{1} = 51{,}65$ L. $= 21 \times 2{,}46$.
„ Acetessigester $= C_6{}^{6}H_{10}{}^{10}O_3{}^{5} = 51{,}62$ Br. $= 21 \times 2{,}46$.

§ 33. Der Benzylalkohol $= CH_3 . C_6H_4 . OH$ muss die Refractionsconstitution haben $C_1{}^{1}H_3{}^{3} . C_6{}^{12}H_4{}^{4} . O_1{}^{1}H_1{}^{1}$ $= C_7{}^{13}H_8{}^{8}O_1{}^{1} = 22$ Steren. Es wird diess bestätigt durch seinen Isosterismus mit Acetal und Aethyloxalat. Man hat:

6. { Mr. Benzylalkohol $= C_7{}^{13}H_8{}^{8}O_1{}^{1} = 53{,}16$ Br. $= 22 \times 2{,}42$.
„ Acetal $= C_6{}^{6}H_{14}{}^{14}O_2{}^{2} = 52{,}82$ Br. $= 22 \times 2{,}41$.
„ Aethyloxalat $= C_6{}^{6}H_{10}{}^{10}O_4{}^{6} = 54{,}00$ Br. $= 22 \times 2{,}45$.

§ 34. Das Benzoësaure Methyl $= C_6H_5 . CO_2CH_3$ muss die Constitution haben $= C_6{}^{12}H_5{}^{5} . C_1{}^{1}O_2{}^{3} . C_1{}^{1}H_3{}^{3}$ $= 25$ Steren; das Benzoësaure Aethyl die Constitution $= C_6{}^{12}H_5{}^{5} . C_1{}^{1}O_2{}^{3} . C_2{}^{2}H_5{}^{5} = 28$ Steren. Die Beobachtung entspricht dem vollkommen; denn es ist:

7. { Mr. Benzoësaures Methyl $= C_8{}^{14}H_8{}^{8}O_2{}^{3} = 61{,}30$ L. $= 25 \times 2{,}45$.
„ Benzoësaures Aethyl $= C_9{}^{15}H_{10}{}^{10}O_2{}^{3} = 68{,}82$ L. $= 28 \times 2{,}46$.

§ 35. Der Phenylpropylalkohol $= C_6H_4 . C_3H_7 . OH$ muss die Constitution haben $= C_6{}^{12}H_4{}^{4} . C_3{}^{3}H_7{}^{7} . O_1{}^{1}H_1{}^{1}$ $= C_9{}^{15}H_{12}{}^{12}O_1{}^{1} = 28$ Steren. In der That ist er mit dem eben betrachteten Benzoësauren Aethyl vollkommen isoster, und man hat:

8. Mr. Phenylpropylalkohol $= C_9{}^{15}H_{12}{}^{12}O_1{}^{1} = 68{,}79$ Br. $= 28 \times 2{,}45$.

§ 36. Die Salicylige Säure, das Oxybenzylaldehyd hat nach ihrer chemischen Constitution die Refractionsconstitution $= O_1{}^{1}H_1{}^{1} . C_6{}^{12}H_4{}^{4} . C_1{}^{1}O_1{}^{2}H_1{}^{1} =$ $C_7{}^{13}H_6{}^{6}O_2{}^{3} = 22$ Steren. In der That ist sie der Beobachtung zufolge mit Aethyloxalat isoster, und man hat:

9. { Mr. Salicylige Säure $= C_7{}^{13}H_6{}^{6}O_2{}^{3} = 54{,}53$ L. $= 22 \times 2{,}48$.
„ Aethyloxalat $= C_6{}^{6}H_{12}{}^{12}O_4{}^{6} = 54{,}00$ Br. $= 22 \times 2{,}46$.

§ 37. Die Salicylsäure $=$ Oxybenzoësäure hat die chemische und folglich auch Refractionsconstitu-

tion $= C_6{}^{12}H_4{}^4\langle{}^{C_1{}^1O_2{}^3H_1{}^1}_{O_1{}^1H_1{}^1} = C_7{}^{13}H_6{}^6O_3{}^4 =$ 23 Steren. Der Methylsalicylsäure, welche Landolt beobachtet hat, kommt daher die Formel $C_8{}^{14}H_8{}^8O_3{}^4 =$ 26 Steren zu. Dem entspricht auch die Beobachtung:

10. Mr. **Methylsalicylsäure** $= C_8{}^{14}H_8{}^8O_3{}^4 = 64{,}59$ L. $= 26 \times 2{,}48$.

§ 38. Die Hydrozimmtsäure oder Phenylpropionsäure hat die chemische und Refractionsconstitution $= C_6{}^{12}H_5{}^5 . C_2{}^2H_4{}^4 . C_1{}^1O_2{}^3H_1{}^1$. Ihrem Aethylaether kommt daher die Constitution zu $=$

$C_6{}^{12}H_5{}^5 . C_2{}^2H_4{}^4 . C_1{}^1O_2{}^3 . C_2{}^2H_5{}^5 = C_{11}{}^{17}H_{14}{}^{14}O_2{}^3 =$ 34 Steren. Brühls Beobachtung stimmt damit überein, und man hat:

11. Mr. **Hydrozimmtsäureester** $= C_{11}{}^{17}H_{14}{}^{14}O_2{}^3 = 83{,}32$ Br. $= 34 \times 2{,}45$.

§ 39. Für das Cymol aus Campher hat Kannonikow die Molecularrefraction bestimmt $= 72{,}0$. Sie entspricht der für das Cymol angenommenen Constitutionsformel $= C_6{}^{12}H_4{}^4 . C_4{}^4H_{10}{}^{10} = C_{10}{}^{16}H_{14}{}^{14} =$ 30 Steren; und man hat:

12. Mr. **Cymol** $= C_{10}{}^{16}H_{14}{}^{14} = 72{,}0$ Kannonikow $= 30 \times 2{,}40$.

§ 40. Im Vorstehenden habe ich alle, nur Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff enthaltenden Verbindungen der aromatischen Reihe, welche Brühl l. c. nach seinen und Landolts Beobachtungen zusammengestellt hat, und ebenso die Kannonikow'schen Beobachtungen geprüft; sie führen alle zu dem nämlichen Resultate, dass der Kohlenstoff im Phenyl $= C_6H_5$ einen doppelt so grossen Einfluss auf die Molecularrefraction ausübt, als in den gesättigten Verbindungen. Da sich die erwähnten aromatischen Verbindungen alle mit solchen der Fettreihe von gleicher Sterenzahl auch vollkommen isorefractär erweisen, so ist diese Vergrösserung des Einflusses des Kohlenstoffs hier nicht mit einer Ab-

nahme des Refractionsmaasses verbunden, wie sich eine solche für die Verbindungen der Fettreihe mit doppelten Kohlenstoffbindungen ergeben hat. Die Verkettung der Kohlenstoffatome der aromatischen Reihe ist offenbar von ganz anderer Art.

Auch für die aromatischen Verbindungen stimmen Volumconstitution und Refractionsconstitution nicht überein. Den sechs Kohlenstoffatomen des Phenyls kommt die Volumconstitution $C_6{}^8$ zu, das heisst, sie tragen 8 Steren zur Raumerfüllung bei. Ihre Refractionsconstitution aber ist $= C_6{}^{12}$, das heisst, sie tragen 12 Steren zur Molecularrefraction bei.

§ 41. Brühls Schlussweise: weil die Molecularrefraction für jedes Paar doppelt gebundener Kohlenstoffatome um zwei Einheiten grösser ist, als die aus der Summation der Einflüsse der Elementaratome nach seiner Rechnungsmethode sich ergebende, und weil die Molecularrefraction der aromatischen Verbindungen sich um 6 Einheiten grösser ergiebt, so müssen demnach im Benzol drei Paare von Kohlenstoffatomen doppelt verkettet sein, was nur mit dem bekannten Kékulé'schen Sechseckschema verträglich sei, ist selbst von seinem Standpunkte aus unstatthaft, denn in den nicht aromatischen Verbindungen werden durch jede solche Doppelbindung zwei Wasserstoffatome ersetzt; wenn der Schluss gerechtfertigt wäre, müssten also in den aromatischen Verbindungen durch drei solche Doppelbindungen sechs Wasserstoffatome ersetzt werden; es sind in denselben aber durch mehrfache Verkettung der Kohlenstoffatome acht Wasserstoffatome entbehrlich gemacht.

In den ungesättigten Verbindungen der Fettreihe wird durch jede Mehrbindung zweier Kohlenstoffatome die optische Wirkung des verdrängten Wasser-

stoffs, unter geringer Erniedrigung des Refractionsmaasses, vollständig ersetzt. In den aromatischen Verbindungen wird durch die mehrfache Bindung der Kohlenstoffatome die Wirkung des entbehrlich gewordenen Wasserstoffs nicht vollständig, sondern nur zu drei Viertheilen durch erhöhte Einwirkung des Kohlenstoffs ausgeglichen.

Vollkommen verträglich sind diese optischen Thatsachen nur mit dem Prismenschema. Nach demselben ist jedes Kohlenstoffatom mit 3 benachbarten verkettet; sie verhalten sich alle gleich, und jedes Kohlenstoffatom hat dem entsprechend den doppelten Einfluss auf die Molecularrefraction, als ihm in einer gesättigten Verbindung zukommen würde. Je drei in einer Prismenbasis gelegene Kohlenstoffatome üben den Einfluss von 6 Steren auf die Molecularrefraction.

Auf das Sechseckschema mit 3 Doppelbindungen je zweier Kohlenstoffatome sind die wirklichen, oben abgeleiteten Thatsachen gar nicht anwendbar. Da drei Doppelbindungen je zweier Kohlenstoffatome, wie ermittelt, den Einfluss von verdrängten 6 Wasserstoffatomen ersetzen, und die Molecularrefraction der 6 Kohlenstoffatome um 6 Steren erhöhen, so müsste die weitere Bindung zweier Kohlenstoffatome, welche zur Schliessung der Kette dient, und noch weitere zwei Wasserstoffatome entbehrlich macht, nur den Verlust der Molecularrefraction dieser Wasserstoffatome zur Folge haben, auf die Refraction der Kohlenstoffatome selbst aber ganz ohne Einfluss bleiben, was mit jeder Wahrscheinlichkeit von vornherein in Widerspruch steht und völlig ohne Analogie wäre.

Es sind demnach die Gesetze aller bis jetzt genügend untersuchten physikalischen Eigenschaften: die Wärmetönung bei der Verbrennung (Thomsen), die Volumconstitution (Schröder), und die Refractions-

constitution (Schröder), nur mit dem Prismenschema, nicht mit dem Kékulé'schen Sechseckschema des Benzols verträglich.

§ 42. Ich ziehe noch die Propargylverbindungen, von welchen Brühl drei untersucht hat, und zwar erst jetzt, nach den aromatischen Verbindungen, in Erwägung, weil sie sich sowohl ihrer Volumconstitution als ihrer Molecularrefraction zu Folge den aromatischen Verbindungen in gewisser Beziehung anreihen.

Dem einwerthigen Propargyl = C_3H_3 kommt die Refractionsconstitution = $C_3^6H_3^3$ zu. Es geht diess aus den nachfolgenden Relationen hervor.

§ 43. Der Propargylalkohol = C_3H_4O ist isoster mit Propylaldehyd, und es müssen ihm daher, unter einer kleinen Erniedrigung des Refractionsmaasses, 11 Steren entsprechen. Man hat

1. { Mr. **Propargylalkohol** = $C_3^6H_3^3 . O_1^1H_1^1$ = 24,01 Br. = 11 × 2,18.
   „ **Propylaldehyd** = $C_3^3H_6^6O_1^2$ = 25,42 Br. = 11 × 2,33.

Sein Refractionsmaas stimmt aber wieder nahe überein mit demjenigen des Methylalkohols von gleichem Wasserstoffgehalt; denn es ist:

2. { Mr. **Propargylalkohol** = $C_3^6H_4^4O_1^1$ = 24,01 Br. = 11 × 2,18.
   „ **Methylalkohol** = $C_1^1H_4^4O_1^1$ = 12,93 L. = 6 × 2,16.

§ 44. Ebenso sind der Propargylaethylaether und das Propargylacetat isoster unter sich und mit Amylen, und haben demnach 17 Steren; denn man hat:

3. { Mr. **Propargylaethylaether** = $C_3^6H_3^3 . O_1^1 . C_2^2H_5^5 = C_5^8H_8^8O_1^1$ = 39,50 Br. = 17 × 2,32.
   „ **Propargylacetat** = $C_3^6H_3^3 . O_1^1 . C_1^1O_1^2 . C_1^1H_3^3 = C_5^8H_6^6O_2^3$ = 39,71 Br. = 17 × 2,34.
   „ **Amylen** = $C_5^7H_{10}^{10}$ . . = 39,29 Br. = 17 × 2,31.

In allen drei Verbindungen erscheint des Propargyl als $C_3^6H_3^3$, Es sind darin 4 Wasserstoffatome durch

stoffs, unter geringer Erniedrigung des Refractionsmaasses, vollständig ersetzt. In den aromatischen Verbindungen wird durch die mehrfache Bindung der Kohlenstoffatome die Wirkung des entbehrlich gewordenen Wasserstoffs nicht vollständig, sondern nur zu drei Viertheilen durch erhöhte Einwirkung des Kohlenstoffs ausgeglichen.

Vollkommen verträglich sind diese optischen Thatsachen nur mit dem Prismenschema. Nach demselben ist jedes Kohlenstoffatom mit 3 benachbarten verkettet; sie verhalten sich alle gleich, und jedes Kohlenstoffatom hat dem entsprechend den doppelten Einfluss auf die Molecularrefraction, als ihm in einer gesättigten Verbindung zukommen würde. Je drei in einer Prismenbasis gelegene Kohlenstoffatome üben den Einfluss von 6 Steren auf die Molecularrefraction.

Auf das Sechseckschema mit 3 Doppelbindungen je zweier Kohlenstoffatome sind die wirklichen, oben abgeleiteten Thatsachen gar nicht anwendbar. Da drei Doppelbindungen je zweier Kohlenstoffatome, wie ermittelt, den Einfluss von verdrängten 6 Wasserstoffatomen ersetzen, und die Molecularrefraction der 6 Kohlenstoffatome um 6 Steren erhöhen, so müsste die weitere Bindung zweier Kohlenstoffatome, welche zur Schliessung der Kette dient, und noch weitere zwei Wasserstoffatome entbehrlich macht, nur den Verlust der Molecularrefraction dieser Wasserstoffatome zur Folge haben, auf die Refraction der Kohlenstoffatome selbst aber ganz ohne Einfluss bleiben, was mit jeder Wahrscheinlichkeit von vornherein in Widerspruch steht und völlig ohne Analogie wäre.

Es sind demnach die Gesetze aller bis jetzt genügend untersuchten physikalischen Eigenschaften: die Wärmetönung bei der Verbrennung (Thomsen), die Volumconstitution (Schröder), und die Refractions-

constitution (Schröder), nur mit dem Prismenschema, nicht mit dem Kékulé'schen Sechseckschema des Benzols verträglich.

§ 42. Ich ziehe noch die Propargylverbindungen, von welchen Brühl drei untersucht hat, und zwar erst jetzt, nach den aromatischen Verbindungen, in Erwägung, weil sie sich sowohl ihrer Volumconstitution als ihrer Molecularrefraction zu Folge den aromatischen Verbindungen in gewisser Beziehung anreihen.

Dem einwerthigen Propargyl = C_3H_3 kommt die Refractionsconstitution = $C_3{}^6H_3{}^3$ zu. Es geht diess aus den nachfolgenden Relationen hervor.

§ 43. Der Propargylalkohol = C_3H_4O ist isoster mit Propylaldehyd, und es müssen ihm daher, unter einer kleinen Erniedrigung des Refractionsmaasses, 11 Steren entsprechen. Man hat

$$1. \begin{cases} \text{Mr. Propargylalkohol} = C_3{}^6H_3{}^3 . O_1{}^1H_1{}^1 = 24{,}01 \text{ Br.} = 11 \times 2{,}18. \\ \text{„ Propylaldehyd} = C_3{}^3H_6{}^6O_1{}^2 = 25{,}42 \text{ Br.} = 11 \times 2{,}33. \end{cases}$$

Sein Refractionsmaas stimmt aber wieder nahe überein mit demjenigen des Methylalkohols von gleichem Wasserstoffgehalt; denn es ist:

$$2. \begin{cases} \text{Mr. Propargylalkohol} = C_3{}^6H_4{}^4O_1{}^1 = 24{,}01 \text{ Br.} = 11 \times 2{,}18. \\ \text{„ Methylalkohol} = C_1{}^1H_4{}^4O_1{}^1 = 12{,}93 \text{ L.} = 6 \times 2{,}16. \end{cases}$$

§ 44. Ebenso sind der Propargylaethylaether und das Propargylacetat isoster unter sich und mit Amylen, und haben demnach 17 Steren; denn man hat:

$$3. \begin{cases} \text{Mr. Propargylaethylaether} = C_3{}^6H_3{}^3 . O_1{}^1 . C_2{}^2H_5{}^5 = C_5{}^8H_8{}^8O_1{}^1 = \\ \qquad 39{,}50 \text{ Br.} = 17 \times 2{,}32. \\ \text{„ Propargylacetat} = C_3{}^6H_3{}^3 . O_1{}^1 . C_1{}^1O_1{}^2 . C_1{}^1H_3{}^3 = C_5{}^8H_6{}^6O_2{}^3 = \\ \qquad 39{,}71 \text{ Br.} = 17 \times 2{,}34. \\ \text{„ Amylen} = C_5{}^7H_{10}{}^{10} \ldots = 39{,}29 \text{ Br.} = 17 \times 2{,}31. \end{cases}$$

In allen drei Verbindungen erscheint des Propargyl als $C_3{}^6H_3{}^3$, Es sind darin 4 Wasserstoffatome durch

Mehrbindung der Kohlenstoffatome untereinander ersetzt, aber in der Molecularrefraction ist nur die Einwirkung von dreien solcher Wasserstoffatome durch erhöhten Einfluss des Kohlenstoffs vertreten, gerade wie in den aromatischen Verbindungen.

§ 45. Das Dipropargyl = $C_3H_3 . C_3H_3 = C_6H_6$, dem Benzol isomer, hätte hiernach die Molecularrefraction $C_6{}^{12}H_6{}^{6}$, also der Sterenzahl nach ganz die nämliche, welche dem Benzol thatsächlich entspricht.

Isomere Körper haben aber nach dem Vorausgehenden allgemein eine Molecularrefraction, welche durch die gleiche Sterenzahl gemessen wird, wenn auch das Refractionsmaass, und folglich auch die Molecularrefraction selbst durch kleine Verschiedenheiten charakterisirt ist.

Es kann diese Consequenz aus der abgeleiteten Refractionsconstitution des Propargyls daher ebenfalls als eine Bestätigung derselben aufgefasst werden.

Das Refractionsmaass, die Grösse der Stere, des Proppargylaethylaethers stimmt wieder überein mit demjenigen des Alkohols von gleichem Wasserstoffgehalt, denn es ist:

4. { Mr. **Propargylaethylaether** = $C_5{}^{8}H_8{}^{8}O_1{}^{1}$ = 39,50 Br. 17 × 2,32.
   „ **Proylalkohol** = $C_3{}^{3}H_8{}^{5}O_1{}^{1}$ = 27,72 i. M. 12 × 2,33.

Ebenso stimmt das Refractionsmaass des Propargylacetats mit demjenigen der Propionsäure von gleichem Wasserstoffgehalt:

5. { Mr. **Propargylacetat** = $C_5{}^{8}H_6{}^{6}O_2{}^{3}$ = 39,71 Br. = 17 × 2,34.
   „ **Propionsäure** = $C_3{}^{3}H_6{}^{6}O_2{}^{3}$ = 28,01 L. = 12 × 2,33.

Durch die Thatsache, dass das Refractionsmaas der Propargylverbindungen nahe auf dasjenige von Verbindungen mit gleichem Wasserstoffgehalt erniedrigt wird, haben sie allerdings eine Eigenschaft mit den

ungesättigten Verbindungen der Fettreihe gemein, während im Uebrigen ihre Refractionsconstitution mit derjenigen der aromatischen Reihe übereinstimmt.

IV. Regelmässigkeiten des Refractionsmaasses.

§ 46. Es lassen sich noch einige Regelmässigkeiten feststellen, welche sich auf die Veränderlichkeit des Refractionsmaasses oder der Grösse der Stere beziehen.

Stellen wir die isomeren Säuren und Ester zusammen, so ergiebt sich:

1.	Mr. **Propionsäure**	$= C_3{}^3H_6{}^6O_2{}^3$	= 28,01 L.	$= 12 \times 2{,}33$.
	„ **Ester**	=	= 28,70 i. M.	$= 12 \times 2{,}39$.
2.	Mr. **Buttersäure**	$= C_4{}^4H_8{}^8O_2{}^3$	= 35,51 i. M.	$= 15 \times 2{,}37$.
	„ **Ester**	=	= 35,46 L.	$= 14 \times 2{,}36$.
3.	Mr. **Isovaleriansäure**	$= C_5{}^5H_{10}{}^{10}O_2{}^3$	= 43,16 L.	$= 18 \times 2{,}40$.
	„ **Ester**	=	= 43,11 i. M.	$= 18 \times 2{,}40$.
4.	Mr. **Isocapronsäure**	$= C_6{}^6H_{12}{}^{12}O_2{}^3$	= 50,56 L.	$= 21 \times 2{,}41$.
	„ **Ester**	=	= 50,68 i. M.	$= 21 \times 2{,}41$.
5.	Mr. **Oenanthsäure**	$= C_7{}^7H_{14}{}^{14}O_2{}^3$	= 58,19 L.	$= 24 \times 2{,}42$.
	„ **Ester**	=	= 58,86 i. M.	$= 24 \times 2{,}45$.

Man sieht, das Refractionsmaass der Paare 2, 3 und 4 stimmt überein; für die niederen und höheren Paare aber ist das Refractionsmaass der Ester das grössere; dasselbe nimmt sogar bei den Estern vom ersten zum zweiten Paar ab, während das der Säuren regelmässig wächst.

§ 47. Vergleicht man die isomeren Ester selbst in Bezug auf das Wachsen des Alkohols oder der Säure, so stellt sich ebenfalls eine Regel heraus. Man hat die vergleichbaren Paare:

1.	Mr. **Methylacetat**	= $C_3^3H_6^6O_2^3$	= 28,78 L.	= 12 × 2,40.
	„ **Aethylformiat**	=	= 28,61 L.	= 12 × 2,38.
2.	Mr. **Methylbutyrat**	= $C_5^5H_{10}^{10}O_2^3$	= 43,11 L.	= 18 × 2,40.
	„ **Propylacetat**	=	= 43,11 Br.	= 18 × 2,40.
3.	Mr. **Methylisovalerianat**	= $C_6^6H_{12}^{12}O_2^3$	= 50,67 L.	= 21 × 2,41.
	„ **Isoamylformiat**	=	= 51,06 L.	= 21 × 2,43.
4	Mr. **Aethylisovalerianat**	= $C_7^7H_{14}^{14}O_2^3$	= 58,03 L.	= 24 × 2,42.
	„ **Isoamylacetat**	=	= 59,70 L.	= 24 × 2,49.

Während das Refractionsmaass bei Nr. 2 übereinstimmt, ist das Maass kleiner bei höherem Alkoholgehalt in den vorausgehenden, grösser in den nachfolgenden Paaren. Das Refractionsmaass wächst also mit dem Atomgewicht rascher bei höherem Alkoholgehalt, als bei höherem Säuregehalt, ist Anfangs niedriger, wird dann gleich, und später höher.

§ 48. Vergleicht man die Säuren und Alkohole, so hat man:

1.	Mr. **Ameisensäure**	= $C_1^1H_2^2O_2^3$	= 13,61 L.	= 6 × 2,27.
	„ **Methylalkohol**	= $C_1^1H_4^4O_1^1$	= 12,93 L.	= 6 × 2,16.
2.	Mr. **Essigsäure**	= $C_2^2H_4^4O_2^3$	= 20,69 L.	= 9 × 2,30.
	„ **Aethylalkohol**	= $C_2^2H_6^6O_1^1$	= 20,31 L.	= 9 × 2,26.
3.	Mr. **Propionsäure**	= $C_3^3H_6^6O_2^3$	= 28,01 L.	= 12 × 2,33.
	„ **Propylalkohol**	= $C_3^3H_8^8O_1^1$	= 27,92 i. M.	= 12 × 2,33.
4.	Mr. **Buttersäure**	= $C_4^4H_8^8O_2^3$	= 35,51 i. M.	= 15 × 2,37.
	„ **Buttylalkokol**	= $C_4^4H_{10}^{10}O_1^1$	= 35,46 i. M.	= 15 × 2,36.
5.	Mr. **Isovaleriansäure**	= $C_5^5H_{10}^{10}O_2^3$	= 43,16 L.	= 18 × 2,40.
	„ **Isoamylalkohol**	= $C_5^5H_{12}^{12}O_1^1$	= 43,04 i. M.	= 18 × 2,39.

Hieraus ergiebt sich, dass das Refractionsmaass der Alkohole Anfangs niedriger ist, als das der Säuren, aber rascher wächst, und vom dritten Paar ab mit dem der Säuren übereinstimmt.

§ 49. Vergleicht man die Aldehyde mit den Säuren, so ergiebt sich:

1.	Mr. **Essigsäure**	= $C_2{}^2H_4{}^4O_2{}^3$	= 20,69 L.	= 9 × 2,30.
	„ **Aethylaldehyd**	= $C_2{}^2H_4{}^4O_1{}^2$	= 18,18 L.	= 8 × 2,27.
2.	Mr. **Propionsäure**	= $C_3{}^3H_6{}^6O_2{}^3$	= 28,01 L.	= 12 × 2,33.
	„ **Propylaldehyd**	= $C_3{}^3H_6{}^6O_1{}^2$	= 25,42 Br.	= 11 × 2,31.
3.	Mr. **Buttersäure**	= $C_4{}^4H_8{}^8O_2{}^3$	= 35,52 i. M.	= 15 × 2,37.
	„ **Butylaldehyd**	= $C_4{}^4H_8{}^8O_1{}^2$	= 32,93 Br.	= 14 × 2,35.
4.	Mr. **Isovaleriansäure**	= $C_5{}^5H_{10}{}^{10}O_2{}^3$	= 43,16 L.	= 18 × 2,40.
	„ **Isovaleraldehyd**	= $C_5{}^5H_{10}{}^{10}O_1{}^2$	= 40,66 L.	= 17 × 2,39.
5.	Mr. **Oenanthsäure**	= $C_7{}^7H_{14}{}^{14}O_2{}^3$	= 58,19 L.	= 24 × 2,42.
	„ **Oenanthol**	= $C_7{}^7H_{14}{}^{14}O_1{}^2$	= 55,59 Br.	= 23 × 2,42.

Das Refractionsmaass der Aldehyde ist also Anfangs kleiner als das der Säuren, wächst aber rascher, und wird dem der Säuren in den höheren Gliedern endlich gleich.

§ 50. Es liessen sich noch eine Reihe ähnlicher Beziehungen aufstellen, worauf ich hier verzichte. Die erwähnten Thatsachen genügen, um klar darzulegen, dass es vorerst nicht angängig ist, eine allgemeine Regel über die Zunahme des Refractionsmaasses mit dem Atomgewicht aufzustellen, und dass wir noch lange nicht so weit sind, eine genaue Vorausberechnung der Molecularrefraction einer Verbindung unternehmen zu können. Einstweilen hat man aus den Beobachtungen nur noch zu lernen; aber genähert wird man eine solche Vorausbestimmung ebenso gut ausführen können, als mit den bisher angenommenen Werthen für die Elementaratome.

V. Beispiele praktischer Anwendung der mitgetheilten Gesetze.

§ 51. Viel wichtiger ist die Thatsache, dass die entwickelten Gesetze geeignet sind, in vielen Fällen über die chemische Natur der Substanzen, namentlich darüber, ob ihr Sauerstoff einwerthig oder zweiwerthig

an Kohlenstoff gebunden ist, ob sie mehrwerthig verbundene Kohlenstoffatome haben, ob sie den Benzolkern enthalten u. s. w. bündigen Aufschluss zu geben.

Ich will die Sache hier durch einige Beispiele erläutern.

§ 52. Für den Menthacampher = $C_{10}H_{20}O$ hat Kannonikow die Molcularrefraction = 77,6 beobachtet; dieser Werth entspricht 32 Steren; denn 77,6 = 32 × 2,43.

Man kann in demselben nicht ein doppelt verbundenes Kohlenstoffpaar annehmen, denn dann ergäbe sich aus der Formel $C_{10}{}^{12}H_{19}{}^{19}(O_1{}^1H_1{}^1)$ mindestens ein Gehalt von 33 Steren. Aber 33 Steren kann man nicht annehmen, denn es wäre 77,6 = 33 × 2,35, und ein so niederer Werth der Stere ist mit so hohem Atomgewicht unvereinbar. Der Menthacampher ist daher:

1. **Menthacampher** = $C_{10}{}^{10}H_{20}{}^{20}O_1{}^2$ = 77,6 Kannonikow = 32 × 2,43.

Er ist eine gesättigte Verbindung, welche zweiwerthig gebundenen Sauerstoff enthält, und sich als ein Keton charakterisirt.

§ 53. Für Terpen, Carven und Thymen = $C_{10}H_{16}$ hat Kannonikow l. c. die Molecularrefraction bestimmt = 71,4 bis 71,9. Diese Werthe entsprechen 30 Steren, und zwei Paar in Folge mehrfacher Verkettung als $C_2{}^4$ enthaltenen Kohlenstoffatomen, als:

Mr. **Terpen, Carven** und **Thymen** = $C_{10}{}^{14}H_{16}{}^{16}$ = 71,4 bis 71,9 **Kannon.**
= 30 × 2,38 bis 30 × 2,40.

Es wären ausserdem nur noch 28 oder 32 Steren möglich, wenn ein Paar Kohlenstoffatome weniger oder mehr durch mehrfache Verkettung mit der Mr. $C_2{}^4$ darin vorhanden wären. Die Eine Annahme würde eine viel zu hohe, die andere eine viel zu niedere Stere ergeben.

Diese Substanzen können also nur zwei Paar Kohlenstoffatome enthalten, welche durch mehrfache Verkettung die Mr. $C_2{}^4$ haben. Ihre Stere stimmt sehr gut überein

mit der des Diallylpropylcarbinols, mit zwei Kohlenstoffdoppelbindungen und ähnlich hohem Atomgewicht. Man hat:

2. { Mr. **Terpen, Carven, Thymen** = $C_{10}^{14}H_{16}^{16}$ = 71,4 bis 71,9 Kannon. = 30 × 2,38 bis 30 × 2,40.
„ **Diallylpropylcarbinol** = $C_{10}^{14}H_{18}^{18}O_1^{1}$ = 78,74 Kannonikow = 33 × 2,39.

Aber die Art der mehrfachen Bindung der Kohlenstoffatome ist bei den Terpenen jedenfalls eine ganz andere, als bei den Diallyl-Verbindungen; denn bei letzteren macht die Doppelbindung zweier Atompaare von Kohlenstoff vier Wasserstoffatome entbehrlich; bei den Terpenen werden durch den Gehalt von 4 Kohlenstoffatomen mit der Mr. C_1^{2} nicht vier, sondern sechs Wasserstoffatome entbehrlich.

§ 54. Wenn das Carvol = $C_{10}H_{14}O$, für welche Kannonikow die Mr. 74,8 bestimmt hat, den Benzolkern enthält, so muss es Einer der Constitutionen: $C_6^{12}H_5^{5}.O_1^{1}.C_4^{4}H_9^{9}$ oder $C_6^{12}H_5^{5}.C_4^{4}H_8^{8}.O_1^{1}H_1^{1}$ entsprechen, und in beiden Fällen 31 Steren enthalten. Aber 74,8 = 31 × 2,41 giebt eine sehr gut entsprechende Stere. Man könnte nicht O_1^{2} und die Formel $C_{10}^{16}H_{14}^{14}O_1^{2}$ = 74,8 = 32 × 2,34 annehmen, denn die Stere 2,34 wäre viel zu niedrig für eine aromatische Substanz von so hohem Atomgewicht. Wollte man nur zwei doppelt verkettete Kohlenstoffpaare darin annehmen, so erhielte man höchstens $C_{10}^{14}H_{14}^{14}O_1^{2}$, und es enthielte 2 Atome Wasserstoff zu wenig zur Sättigung, was nicht angeht.

Das Carvol ist also nach dem Obigen als ein aromatisches Carbinol oder als ein aromatischer Aether durch seine Molecularrefraction charakterisirt; und man hat:

3. Mr. **Carvol** = $C_{10}^{16}H_{14}^{14}O_1^{1}$ = 74,8 Kannonikow = 31 × 2,41.

Diese Beispiele mögen vorerst genügen, um deutlich zu machen, wie sehr die Molecularrefraction geeignet ist, nach Maassgabe der gewonnenen Gesetze über die den chemi-

schen Verbindungen zukommenden Constitutionsverhältnisse erwünschte Aufschlüsse zu geben.

Schlussbemerkung.

§ 55. Meine Untersuchungen über die Molecularrefraction von Verbindungen, welche ausser Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff auch noch andere Elemente enthalten, muss ich späteren Mittheilungen vorbehalten.

Wendet man die nämliche Untersuchungsmethode, wie ich sie für die Molecularrefraction des Strahles A von unendlicher Wellenlänge im Vorstehenden durchgeführt habe, in ganz gleicher Weise auf die einzelnen wirklich beobachteten Strahlen, z. B. auf den rothen Strahl $\mu\alpha$ oder den grünen Strah $\mu\beta$ des Wasserstoffs an, so gelangt man für diese einzelnen Strahlen Schritt für Schritt ganz zu den nämlichen Resultaten, wie für den Strahl A. Nur die Grösse der Refractionssteren ändert sich gesetzmässig mit der grösseren Brechbarkeit der Strahlen, nicht ihre Anzahl. Es stellen sich dabei sehr bestimmte Thatsachen in Bezug auf die Dispersion heraus, worauf ich an anderer Stelle zurückkommen werde.

Zum Schlusse will ich nur noch auf die folgenreiche Thatsache aufmerksam machen, dass das Sterengesetz, wie ich es aus den Beziehungen der Molecularvolume gasförmiger, flüssiger und fester Körper abgeleitet habe, sich nun auch bei einer ganz anderen physischen Eigenschaft, der Molecularrefraction, vollkommen bewährt.

Herr K. A. Zittel spricht:

„Ueber Plicatocrinus".

(Dazu Taf. I u. II.)

Unter den jurassischen Crinoideen nimmt die Gattung Plicatocrinus eine ganz isolirte Stellung ein. Der schüsselförmige, aus zwei Täfelchenkränzen zusammengesetzte Kelch erinnert in seiner ganzen Erscheinung mehr an gewisse paläolithische, als an die im Jura verbreiteten Formen. Auch die geringe Stärke der Kelchtäfelchen und ihre Verbindung durch ebene Sizygialnähte stimmt mit den Paläocrinoideen überein.

Bei näherer Prüfung erweist sich freilich die vermeintliche Aehnlichkeit mit Platycrinus und Dichocrinus als trügerisch, denn der untere, aus 5—7 fest verwachsenen Täfelchen bestehende Kranz entspricht nicht der Basis, sondern ist aus Radialplatten zusammengesetzt, auf welche dann noch ein zweiter Kranz von grösseren Radialia folgt. Die Basalia fehlen vollständig oder sind durch ganz rudimentäre Knötchen angedeutet, welche in der ausgehöhlten Basis des Kelches zwischen den Radialia und dem obersten Glied des runden Stieles liegen.

Bisher war die Gattung Plicatocrinus nur unvollständig bekannt. Ein einziges von Quenstedt[1]) abgebildetes Exemplar zeigt noch die beiden Zonen der Radialia in natürlicher Verbindung; sonst findet sich in der Regel nur

1) Petrefactenkunde Deutschlands. Bd. IV. Taf. 106. Fig. 129.

der untere verschmolzene Täfelchenkranz und hin und wieder kommen auch vereinzelte Platten der oberen Zone vor. Zu meiner Ueberraschung sah ich bei einem Besuche des k. Naturalien-Cabinets in Stuttgart auf einer Platte Nuspliuger Schiefers ein nahezu vollständiges Exemplar dieser seltenen Crinoideen-Gattung, das insbesondere über den Bau der bisher unbekannten Arme Aufschlüsse gewährt. Mein verehrter Freund Professor Fraas vertraute mir das kostbare Unicum mit gewohnter Liberalität zur Untersuchung und Beschreibung an, wofür ich ihm hiermit meinen verbindlichsten Dank ausspreche.

Das erwähnte Exemplar liegt mit horizontal ausgebreiteten Armen auf einer dünnen, licht gelblich-grauen Platte des dünnschieferigen Kalkes von Nusplingen und stammt aus denselben Schichten, welche die bekannte dem obersten Jura Würtembergs angehörige Fauna geliefert haben. Das Thier musste mit der Mundseite auf den schlammigen Boden gelangt sein und zeigt darum Kelche und Arme von der Dorsalseite. Der Kelch hat einen grössten Durchmesser von nur 6 mm und die Arme messen von ihrer Basis bis zur Spitze 25 mm.

Wie bei den meisten bis jetzt beschriebenen Plicatocrinus-Exemplaren ist auch bei dem vorliegenden der Kelch aus 6 Radien zusammengesetzt; jeder Radius trägt einen aus zwei gleich grossen Aesten bestehenden Doppelarm. Von letzteren sind 3 fast vollständig, die übrigen wenigstens mit ihrem unteren Theil erhalten. Vom Stiel ist Nichts vorhanden, doch beweist die Insertionsstelle am Kelche, dass derselbe einen kreisrunden Durchmesser besass. Wahrscheinlich hatte sich der Stiel bald nach der Ablagerung abgelöst, denn die vertiefte Anheftungsfläche an der Kelchbasis ist wenig scharf und abgerundet.

Der Kelch (calyx)

zeigt die beiden Täfelchenzonen noch in normaler Verbindung. Die 6 innig verschmolzenen Plättchen der unteren Zone bilden ein sechskantiges winziges, gegen oben erweitertes Schüsselchen von nur 2,5 mm Durchmesser; es ist somit das vorliegende Exemplar kleiner als alle bisher beschriebenen Plicatocrinuskelche. Die Aussenflächen der Täfelchen tragen die charakteristische, hier allerdings nur schwach angedeutete Vertiefung zu beiden Seiten einer ganz stumpfen mittleren kantigen Anschwellung. Die runde ziemlich grosse Insertionsstelle zur Anheftung des Stieles ist vertieft, leider aber etwas abgerieben, so dass über die Rudimente von Basaltäfelchen nichts Sicheres ermittelt werden kann. Abgesehen von der geringeren Grösse gleicht der untere Täfelchenkranz des Nusplinger Exemplars am meisten dem von Quenstedt (Petrefaktenkunde Deutschlands Bd. IV. Taf. 106. Fig. 117) abgebildeten Schüsselchen aus dem weissen Jura von Lochen.

Die oberen Radialtäfelchen sind durch Nähte getrennt, von trapezoidischer Gestalt, gegen oben verbreitet, nach unten verschmälert und durch einfache geradlinige Sizygialnähte seitlich verbunden. Ihre Oberfläche lässt eine feine körnelige Beschaffenheit erkennen, in der Mitte schwellen die Täfelchen zu einer gerundeten Erhöhung an, ohne jedoch wie bei den Täfelchen aus dem mittleren weissen Jura eine eigentliche Kante zu bilden. Durch diese mediane Anschwellung liegen die Suturen in einer thalförmigen Vertiefung. Der ganze Kelch ist, wie bei fast allen Neocrinoideen durchaus regelmässig aufgebaut; die sechs Täfelchen der oberen Radialzone sind alle von gleicher Grösse und Form. Die obere ausgeschnittene Gelenkfläche zur Aufnahme des untersten Armgliedes nimmt etwa ²/₃ des Oberrandes ein,

zu beiden Seiten derselben befinden sich kurze schräg abfallende Flächen.

Die Arme

beginnen alle gleichmässig mit einem ziemlich hohen kräftigen fünfseitigen Axillarglied, dessen Dorsalseite stark gewölbt ist. Jeder Arm ist von seinem Nachbar durch einen Zwischenraum geschieden, der durch keine Interbrachialplättchen überbrückt wird. Die beiden oberen dachförmig zusammenstossenden Gelenkflächen der Axillaria tragen je einen geraden einfachen, ungetheilten Ast von gleicher Stärke und Länge, so dass also aus den 5 ersten Brachialia 10 gleichartige Arme von circa 25 mm Länge hervorgehen. Sämmtliche Brachialia zeigen wesentlich gleiche Gestalt; sie besitzen in der Mittellinie der Dorsalseite eine stumpfe Kante und ihre schrägen Gelenkflächen neigen sich abwechselnd von rechts nach links und von links nach rechts, so dass z. B. das dem axillaren Anfangsglied aufruhende Brachiale 2 auf der inneren Seite etwas höher, als auf der äussern ist, während das darauf folgende Brachiale 3 umgekehrt aussen höher und innen kürzer ist. So folgen in regelmässigem Wechsel etwa 25 Brachialia übereinander, von denen jedes dem unmittelbar vorhergehenden etwas an Grösse nachsteht.

Sämmtliche Brachialia sind durch Gelenkflächen verbunden; Sizygialnähte kommen bei den Armen von Plicatocrinus gar nicht vor. Damit hängt auch die Zahl und Stellung der Pinnulae zusammen, welche sich alternirend rechts und links wie fiederstellige Blättchen in der Art ansetzen, dass jedes Armglied am oberen Ende seiner höheren Seite eine Pinnula trägt. Letztere sind von höchst bemerkenswerther Beschaffenheit. Ihre Gestalt ist verlängert lanzettförmig, gegen die Spitze allmälig verschmälert, nach unten etwas verbreitet und auf der sehr fein gekörnelten Rückenseite mit schwachem Kiel versehen. Jene der 4 unte-

ren Brachialglieder bestehen aus drei Stücken von nahezu gleicher Länge, allen übrigen fehlt dagegen jede weitere Gliederung; es sind einfache stark verlängerte Kalkplättchen, die auf der Innenseite eine vertiefte Rinne zur Aufnahme der Ambulacralgefässe etc. besitzen. Die Form und Anheftung der Pinnulae wird am besten durch Betrachtung der Fig. 3 Taf. I. ersichtlich. Leider ist der Erhaltungszustand der Arme nicht so günstig, dass sich über ihren feineren Bau Genaueres ermitteln liesse. Auch über die Beschaffenheit der Kelchdecke gibt das vorliegende Exemplar keinerlei Aufschlüsse.

Feststellung der Art und Gattung.

Die beiden trichterförmigen ungetheilten Schüsselchen aus dem oberen Jura von Streitberg, welche Graf Münster (Beiträge I. S. 100, 101) zuerst unter der Bezeichnung Plicatocrinus hexagonus und pentagonus beschrieb, befinden sich im Münchener paläontologischen Staats-Museum. Quenstedt deutete dieselben richtig als verschmolzene Radialia und fügte im Jahre 1857 (Jura tab. 81 fig. 6) die Beschreibung der trapezoidalen zweiten Radialglieder bei, indem er zugleich nachwies, dass neben 5 und 6 täfeligen Schüsseln auch solche mit 7 Radialplatten (Pl. heptagonus Quenst.) vorkommen. Ich habe seitdem sogar 8 täfelige gesehen. Wahrscheinlich bildet übrigens bei Plicatocrinus 6 die Grundzahl und Quenstedt scheint mir in vollem Recht zu sein, wenn er Abweichungen von der Sechszahl nur als Ausnahmen oder Abnormitäten betrachtet und darum in seiner Petrefaktenkunde Deutschlands sämmtliche Formen aus den unteren Schwammkalken des weissen Jura unter dem gemeinsamen Namen Pl. hexagonus Mstr. zusammenfasst.[1])

1) Quenstedt. Petrefactenkunde Deutschlands Bd. IV. S. 443.

Im gleichen Werk bildet Quenstedt einen verkieselten Kelch ab, an welchem die beiden Täfelchenkränze noch in Verbindung stehen. In meinem Handbuch der Paläontologie (Bd. I. S. 387) habe ich gezeigt, dass sämmtliche Täfelchen von einem feinen in der Mittellinie verlaufenden Radialcanal durchzogen sind und dass darum die Gattung Plicatocrinus zu den Articulaten gehöre. Loriol[1]) bildet zwei sechszählige untere Radialkränze aus den unteren Spongitenschichten von Birmensdorf und Oberbuchsiten ab und glaubt gewisse cylindrische, mit ringförmigen Anschwellungen versehene Stielglieder aus denselben Ablagerungen auf Plicatocrinus beziehen zu dürfen.

Darauf beschränkte sich bis jetzt unsere Kenntuiss der Gattung Plicatocrinus, denn zwei liasische Formen: Pl. liasinus Quenst. und Pl. mayalis Desl. aus den Leptaenaschichten von May in Calvados[2]) gehören sicherlich zu einer anderen Gattung, welche sich zunächst an Cotylederma anschliessen dürfte.

Das mit Armen versehene Nusplinger Exemplar aus dem Stuttgarter Museum unterscheidet sich von Pl. hexagonus durch seine geringe Grösse, durch den Mangel einer kielartigen Kante in der Mitte der Radialia, welche dafür eine gerundete Anschwellung aufweisen, sowie durch die sehr fein gekörnelte Oberfläche. Diese Merkmale scheinen mir ausreichend, um das vorliegende Exemplar als

Plicatocrinus Fraasi. Zitt.

von der Form aus den Spongitenkalken zu unterscheiden.

---

1) Loriol P. de, Crinoides fossiles de la Suisse. Mém. de la Soc. paléont. de la Suisse. Vol. VI. 1877—79.

2) Bull. Soc. Lin. de la Normandie. 1859. III. Taf. VI. Fig. 3, 4.

Systematische Stellung der Gattung Plicatocrinus.

Graf Münster hatte sich über die zoologische Verwandtschaft seiner neuen Crinoideen-Gattung nicht geäussert. Quenstedt bespricht Plicatocrinus im Anschluss an Eugeniacrinus und auch P. de Loriol hebt die nahen Beziehungen zu den Eugeniacriniden hervor.

Ich habe (Handb. der Palaeontologie S. 387) für diese höchst eigenthümliche Gattung eine besondere Familie (Plicatocrinidae) errichtet und dieselbe zwischen die Holopidae und Apiocrinidae gestellt. Es lässt sich nicht läugnen, dass die Eugeniacrinidae durch die Verkümmerung der Basalia, durch die Verschmelzung des ersten Radialkranzes und durch den cylindrischen Stiel sich den Plicatocriniden nahe stellen, aber schon die Beschaffenheit und Anordnung der Kelchtäfelchen lässt eine Vereinigung der beiden Genera in derselben Familie nicht wohl zu. Die Differenzen zwischen Eugeniacrinus und Plicatocrinus treten noch schärfer hervor, wenn wir den Bau der Arme berücksichtigen. Bei den ersteren bestehen die 10 kurzen, eingerollten Arme aus dicken vierkantigen Gliedern, welche mit feinen Pinnulae besetzt und durch parallele Gelenkflächen verbunden sind (Zittel Handbuch I. S. 385); bei Plicatocrinus sind die Arme verlängert, die Gelenkverbindungen der Glieder schräg und alternirend, die Pinnula von ansehnlicher Grösse.

In meinem Handbuch der Palaeontologie (S. 387) hatte ich der Familie der Plicatocrinidae auch die lebende Gattung Hyocrinus Wyv. Thomson beigefügt und die Vermuthung ausgesprochen, dieselbe falle möglicherweise mit Plicatocrinus zusammen. Das schöne Exemplar von Pl. Fraasi bestätigt diese Vermuthung nicht, wohl aber zeigt sich sowohl im Bau des Kelches, als auch der Arme zwischen Plicatocrinus und Hyocrinus eine viel grössere Uebereinstimmung, als zwischen Hyocrinus und Platycrinus oder Dicho-

crinus, womit Wyv. Thomson seine neue Gattung vergleicht.[1]) Die Arme von Platycrinus bestehen aus wechselzeiligen oder zweizeiligen Gliedern, jene von Hyocrinus sind einzeilig, bei Platycrinus sind die Pinnulae sehr kurz und fein, bei Hyocrinus ungewöhnlich lang, so dass sie eher Seitenästen, als eigentlichen Pinnulis gleichen.

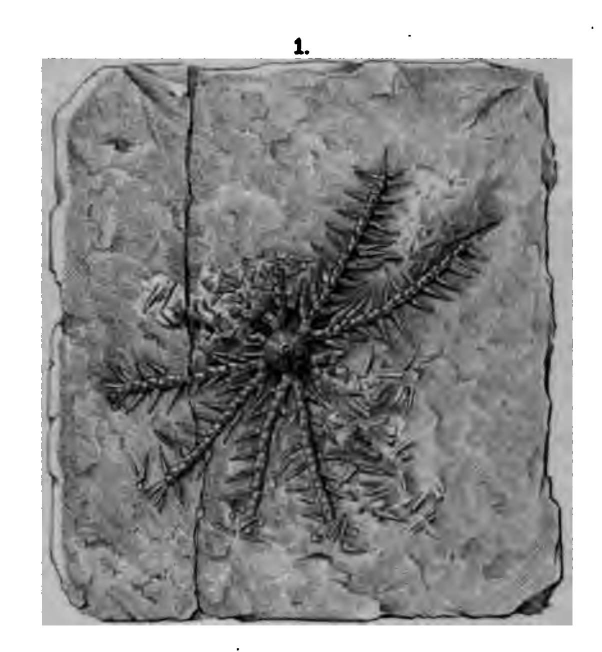
Im Gegensatz zu Plicatocrinus spalten sich die 5 Arme von Hyocrinus nicht in zwei gleiche Aeste, sondern senden zahlreiche lange Pinnulae aus, welche sämmtlich fast bis zur Endspitze der Hauptarme reichen, so dass also die in verschiedener Entfernung von der Basis der Arme entspringenden Pinnulae um diesen Abstand kürzer sind, als die tiefer stehenden. Damit lassen sich allerdings die einfachen, lanzettförmigen fiederstelligen Pinnulae von Plicatocrinus nicht vergleichen. Und wie die Pinnulae von Hyocrinus durch ihre ansehnliche Länge und ihre Zusammensetzung aus zahlreichen Gliedern sich von jenen der Gattung Plicatocrinus unterscheiden, so macht sich auch im Bau der Hauptarme eine auffällige Differenz geltend. Bei Plicatocrinus sind alle Armglieder durch Gelenke verbunden und tragen ohne Ausnahme Pinnulae, bei Hyocrinus dagegen ist jedes pinnulatragende Glied noch durch zwei Sizygialnähte abgetheilt und besteht somit aus drei Stücken.

Aus dem Vorhergesagten geht hervor, dass Hyocrinus in Bezug auf den Bau der Arme einen differenzirteren Typus darstellt als Plicatocrinus. Immerhin aber stimmen beide Gattungen hinsichtlich ihres Kelchbaues besser mit einander überein, als mit irgend einem anderen bis jetzt bekannten Crinoideen-Genus und dürften darum wohl derselben Familie zugetheilt bleiben.

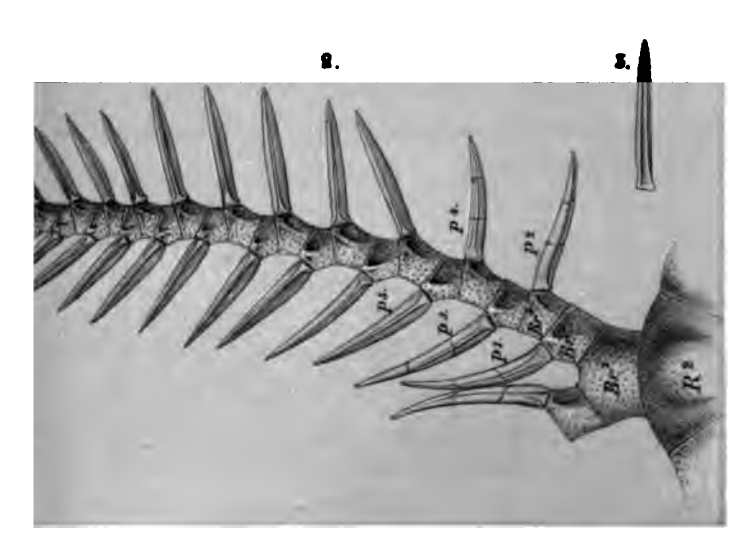
Die Gattung Plicatocrinus bietet übrigens namentlich was den Bau der Pinnulae betrifft Eigenthümlichkeiten

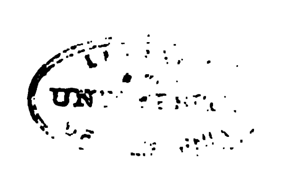
1) Journal of the Linnean Society. London. Zoology 1876. Vol. XIII. p. 47 und The Voyage of the Challenger „The Atlantic" Vol. II. p. 95.

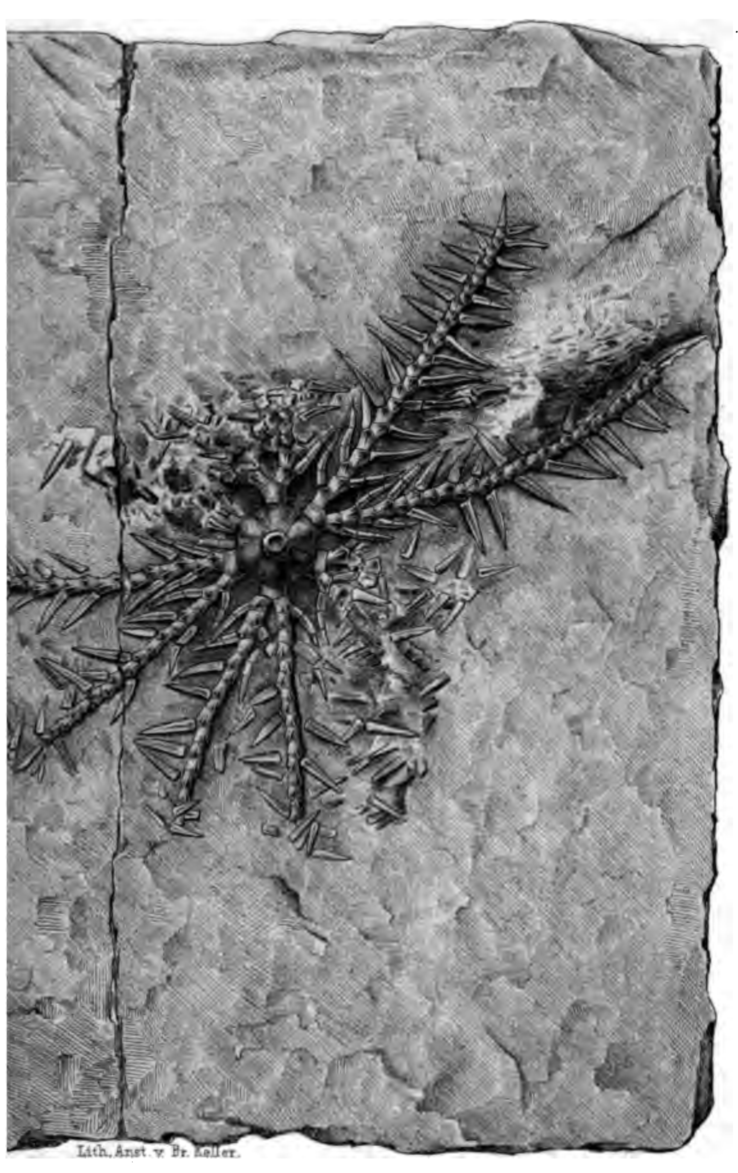
1.



2. 3.






Lith. Anst. v. Br. Keller.





LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF CALIFORNIA

dar, wodurch sie sich von allen bis jetzt bekannten Crinoideen sehr bestimmt unterscheidet. Schon die eigenthümliche Gliederung der 4 unteren in je 3 Stücke ist auffällig und wenn sich dieselbe nicht an allen Armen wiederholte, würde ich die Gelenkflächen eher für Bruchlinien angesehen haben. Am auffälligsten sind jedoch die völlig ungetheilten aus einem einzigen Stücke bestehenden folgenden Pinnulae, welche sich morphologisch eher mit gewaltig entwickelten Saumplatten, als mit typischen Seitenästchen vergleichen lassen.

Herb. Carpenter[1]) hat vor kurzem darauf hingewiesen, dass sich die mesozoischen und jüngeren Crinoideen am constantesten durch die regelmässige Symmetrie ihrer Kelche von den Palaeocrinoideen unterscheiden. In dieser Hinsicht ist Plicatocrinus ein ächter Neocrinoide und auch in einem anderen Merkmal, nämlich in der Neigung, die Normalzahl 5 der Täfelchenreihen zu überschreiten, schliesst sich unsere Gattung an gewisse jüngere Formen wie Eugeniacrinus, Rhizocrinus und Tetracrinus an.

1) Contributions to the study of the British Palaeozoic Crinoids. 1. on Allagecrinus. Annals and Magazine of nat. hist. 1881. April. S. 295.

Erklärung der Tafeln.

Taf. I.

Fig. 1. Plicatocrinus Fraasi. Zitt. Exemplar in natürlicher Grösse aus dem weissen Jura von Nusplingen, Würtemberg. (Das Original im Stuttgarter Museum.)

Fig. 2. Ein Arm stark vergrössert.

R^2 = Radiale secundum.

Br^1 = Brachiale primum.

Br^2. Br^3 = Brachiale secundum, tertium.

P = Pinnulae.

Fig. 3. Ein ungegliederter Seitenanhang der Armglieder vergrössert.

Taf. II.

Das Originalexemplar von Plicatocrinus Fraasi. Zitt. in doppelter natürlicher Grösse.

Herr Vogel trägt vor:

„Ueber Prof. Dr. E. Ebermayer's Physiologie der Pflanzen. Berlin 1882, unter Vorlage des Werkes."

Nachdem die berühmten Forschungen Liebig's, bekannt unter dem Namen „Mineraltheorie", auf die Anschauungen der Landwirthschaft den durchgreifendsten Einfluss gewonnen, lag der Gedanke nahe, diese Ideen auch für die rationelle Bewirthschaftung des Waldes zur Geltung zu bringen. Herrn Prof. Dr. E. Ebermayer ist es durch das vorliegende Werk gelungen, den innigsten Zusammenhang zwischen den Produktionsgesetzen des Acker- und Waldbaues auf das Entschiedenste an der Hand wissenschaftlicher Forschung nachzuweisen. Während über die Naturgesetze des Ackerbaues seit Veröffentlichung der Mineraltheorie (1840) durch Liebig's energische Bemühung in verhältnissmässig kurzer Zeit die umfangreichsten Kenntnisse verbreitet waren, lagen über die Produktionsgesetze der Waldbäume bis vor wenigen Jahren kaum die ersten Anfänge vor. Bei Einführung chemischer Prinzipien in die Forstwirthschaft schien sich zu wiederholen, was schon der Gründer der Agrikulturchemie als einen schwierigen Theil, — als ein verzögerndes Hinderniss seiner Aufgabe bezeichnet hat: er sollte sich den Landwirthen verständlich machen in einer Sprache, die dem Angeredeten nahezu unbekannt war. „Eine Fingerzeichen-

sprache, um chemische Begriffe zu versinnlichen, ähnlich wie man sie Taubstummen gegenüber gebraucht, ist zur Zeit noch nicht erfunden." Dieser prinzipielle Missstand ist nun glücklich überwunden, im wesentlichen Antheil Dank den glücklichen Bemühungen des Verfassers, welcher zur Verbreitung chemischer Kenntnisse auf dem Gebiete der Forstwirthschaft durch Schrift und Wort, als Forscher und Lehrer in dem Verlaufe eines Vierteljahrhunderts redlich das Seine beigetragen. Der Verfasser des vorliegenden Werkes war durch eingehende Studien und durch seine Erfahrungen auf forstlichen Excursionen zur Erkenntniss gelangt, dass auch auf dem Gebiete der forstlichen Produktionslehre eine Anwendung der agrikulturchemischen Doktrinen gemacht werden könne und auch diese Wirthschaftsregeln sich naturwissenschaftlich erklären lassen. Hieraus hat der Verfasser Veranlassung genommen, seit einer Reihe von Jahren über Agrikulturchemie mit Rücksicht auf Forstwirthschaft Vorträge zu halten. Der Natur der Sache gemäss ist jenen Stoffen besondere Aufmerksamkeit gewidmet, welche Gegenstände forstlicher Nebennutzungen bilden, wie dem Harze, dem Gerbstoffe u. a. oder auch solchen, welche fabrikmässig aus Waldprodukten dargestellt werden. Da aber die Beschreibung der organischen Pflanzenbestandtheile zugleich einen wichtigen Theil der organischen Chemie bildet, so hat der Verfasser den theoretischen Theil insoweit ausführlicher behandelt, als es zum Verständniss der Gruppirung der organischen Pflanzenbestandtheile und ihrer Beziehungen zu einander nothwendig erschien. Durch diese höchst zweckmässige Einrichtung ist vorliegendes Werk auch als Lehrbuch der organischen Chemie für studierende Land- und Forstwirthe mit Vortheil nutzbar geworden. Der Verfasser seit einer langen Reihe von Jahren, wie bekannt, mit erfolgreichen und anerkannten chemischen Forschungen auf dem Gebiete forstlicher Produktionslehre beschäftigt, in

deren Folge das forstliche Versuchswesen in Bayern zu grösserer Ausdehnung gelangte, — durchdrungen von der Ueberzeugung, dass nur eine gründliche naturwissenschaftliche Bildung das Fundament rationeller Produktionslehre bilden könne —' hat den wichtigsten Untersuchungs-Methoden, welche bei Pflanzenanalysen in Anwendung kommen, von seiner reichen Erfahrung geleitet, an den betreffenden Stellen Rechnung getragen. Hiedurch ist der Werth des Buches wesentlich erhöht, indem es in Folge dieses dankenswerthen Bemühens als vollkommen zweckentsprechend im agrikulturchemischen Laboratorium der kgl. Universität jetzt schon zur instruktiven Benützung bei chemisch praktischen Arbeiten dient. Der vorliegende Band liefert den 1. Theil der physiologischen Pflanzenchemie, welchem bei der bekannten glücklichen produktiven Thätigkeit des Verfassers wohl in Kurzem der 2. Theil folgen wird, die Lebensbedingungen, die Ernährungs- und Wachsthumgesetze der Ackergewächse und Waldbäume enthaltend. Die Reichhaltigkeit des 1. Bandes ergibt sich am deutlichsten, wenn wir die einzelnen Punkte, über welche der Leser hier gründlichen Aufschluss erhält, gedrängt zusammenfassen.

1. Ueber die Stoffe, welche in den Ackergewächsen und in den Waldbäumen producirt werden und am Aufbau ihres Körpers sich betheiligen.

2. Ueber die Vertheilung derselben im Organismus der Pflanzen und über die Organe, in welchen sie in grösserer Menge abgelagert werden.

3. Ueber die Methoden, welche man verwendet, um die vorherrschenden Bestandtheile des Pflanzenkörpers von einander zu trennen, zu isoliren und abzuscheiden und über die Mittel, welche zu ihrer Erkennung und quantitativen Bestimmung benützt werden.

4. Ueber die chemische Zusammensetzung, über die physikalischen Eigenschaften, dann über die wichtigsten Metamorphosen derselben im Pflanzenkörper und über ihre wesentlichsten Zersetzungsprodukte auf künstlichem Wege.

5. Ueber die Theorien, welche bis jetzt über die Bildungsweise der Hauptbestandtheile der Pflanzen aufgestellt wurden und über die physiologische Bedeutung derselben auf das Leben der Pflanze.

6. Ueber die Pflanzenerzeugnisse, welche bis jetzt künstlich dargestellt werden können.

7. Ueber den Werth der Pflanzenbestandtheile als Nahrungsmittel für Menschen und Thiere.

8. Ueber das Nährstoffbedürfniss der Ackergewächse und Waldbäume, über die Grösse der Ausfuhr der mineralischen Nährstoffe durch die Produkte des Feldes und Waldes und über die Mittel, um einer Erschöpfung des Acker- und Waldbodens durch die Kultur vorzubeugen.

9. Ueber die Methoden, welche man anwendet, um das Nährstoffbedürfniss der Kulturgewächse und Waldbäume festzustellen.

10. Ueber die Zersetzungen, welche die Pflanzen nach ihrem Tode erleiden.

Herr Emil Fischer theilt mit und bespricht eine Abhandlung von J. Brandl:

„Ueber die chemische Zusammensetzung der Mineralien der Kryolithgruppe."

Die bisherigen chemischen Untersuchungen über die Mineralien der Kryolithgruppe sind in mehrfacher Beziehung lückenhaft und unzuverlässig, weil die Beschaffung von grösseren Mengen reinen Materials ausserordentlich schwierig ist und die benützten analytischen Methoden besonders zur Bestimmung des Fluors zum Teil wenig Vertrauen verdienen. Von Herrn P. Groth in Strassburg aufgefordert, diese Lücke auszufüllen, hat Herr Emil Fischer mich zur Ausführung der nachfolgenden Analysen veranlasst. Dieselben umfassen die Mineralien: Kryolith, Pachnolith, Thomsenolith, Ralstonit und Chiolith. Im Anschlusse an diese wurde endlich auch der mit der Kryolithgruppe verwandte Prosopit untersucht. Sämmtliches Material wurde mir von Herrn P. Groth zur Verfügung gestellt.

Die von ihm ausgeführte krystallographische Untersuchung und sorgfältige Auslese der einzelnen Stücke gibt für die Reinheit der Mineralien die beste Garantie.

Gang der chemischen Analyse.

Zur Bestimmung der Basen wurde das feingepulverte Mineral durch Abdampfen mit conc. Schwefelsäure aufge-

schlossen und aus der sauren Lösung in der üblichen Weise die Thonerde durch Ammoniak, der Kalk durch oxalsaures Ammoniak gefällt, und die Alkalien als schwefelsaure Salze bestimmt. Waren grössere Mengen von Magnesia vorhanden, so geschah ihre Trennung von den Alkalien durch gelindes Glühen der Chloride mit Quecksilberoxyd.

Zum Eindampfen der Lösungen wurden ausschliesslich Platingefässe benützt.

Für die Bestimmung des Fluors habe ich die von Fresenius [1]) modifizirte Wöhler'sche Methode benützt, welche sich durch die Leichtigkeit der Ausführung und Schärfe der Resultate auszeichnet. Der von ihm empfohlene Apparat wird zweckmässig in folgender Weise abgeändert: Statt der U-förmigen Röhre mit wasserfreiem Kupfervitriol wird eine Röhre mit Glaswolle und statt der Eisenplatte zur Erwärmung des Entwicklungskolbens ein Oelbad verwendet. Die Zuverlässigkeit der Methode habe ich durch besondere Versuche mit reinem Kryolith und mit fluorfreien Substanzen bei verschiedenen Temperaturen (von 150°—180°) geprüft.

Zur Bestimmung des Wassergehalts wurde das Mineral in einer schwer schmelzbaren Kugelröhre unter Zusatz von Bleioxyd erhitzt und die Wasserdämpfe in einem gewogenen Chlorcalciumrohr aufgefangen.

Kryolith.

Die Zusammensetzung des derben Kryoliths ist längst bekannt. Analysen des krystallisirten Minerals wurden erst im Jahre 1875 von Wöhler ausgeführt. Von seinem Material ist jedoch nicht nachgewiesen, dass es identisch war mit den von Websky [2]) und Dana [3]) gemessenen Krystallen. Das

---

1) Fresenius Zeitschr. f. analyt. Ch. S. 190.

2) Jahrb. f. Mineralog. 1867, 810.

3) Mineralogy S. 126.

zur nachstehenden Analyse dienende Material ist von Herrn P. Groth krystallographisch untersucht. Die Messungen stimmten genau mit den Resultaten von Krenner [1]) überein, nach denen das Mineral dem monosymmetrischen System angehört.

Die Analyse ergab folgende Zahlen:

	gefunden: I.	II.	für die Formel berechnet:
Al	13,01%	13,05%	13,03
Na	32,41 „	32,27 „	32,79
Fl	54,29 „	54,40 „	54,18
	99,71	99,72	100,00

daraus ergibt sich die Formel: $Al\,Fl_3 + 3\,Na\,Fl$.

Die Krystalle zeigen also genau dieselbe Zusammensetzung wie der derbe Kryolith.

Pachnolith und Thomsenolith.

Unter dem Namen „Pachnolith" beschrieb A. Knop [2]) zweierlei Krystalle, grosse rechtwinkelig parallepipedische und kleine dünne Prismen von 81°, welche er nach ihrem physikalischen und chemischen Verhalten für identisch hielt. Bei der Analyse der prismatischen Varietät erhielt er folgende Zahlen: Al 13,14 — Ca 17,25 — Na 12,16 — H_2O 9,60, Fl 50,79 und leitet daraus die Formel ab:

$$3\left\{\begin{matrix}{}^3/_5\,Ca\\{}^2/_5\,Na\end{matrix}\right\}Fl + Al_2Fl_3 + 2\,H\dot{O} \text{ (alte Atomgewichte)},$$

welche indessen zum Teil stark abweichende Werte verlangt. Später analysirte Hagemann [3]) dieselben prismati-

1) Jahrb. f. Min. 1877, 504.

2) Ann. Chem. Pharm. 127, 61. — Jahrb. Min. 1863, 829. — Bull. soc. chim. VI. 139.

3) Americ. J. of Sc. 41, 119 — 42, 90; J. pr. Ch. 101, 382. — Jahrb. Min. 1866, 833.

schen Krystalle und erhielt dabei nachstehende Zahlen:

Al 10,37 — Ca 17,44 Na 12,04 H_2O 8,63 Fl 51,15

ausserdem analysirte er noch die erste Varietät des Knopschen Pachnoliths mit folgenden Resultaten: Al 14,27 — Ca 14,51 Na 7,15 — H_2O 9,7 Si 2,00 Fl 50,08. Den letzteren Körper untersuchte Dana krystallographisch und nannte ihn Thomsenolith, zum Unterschied von dem prismatisch krystallisirten Pachnolith, welcher von Descloizeaux gemessen wurde. Der Pachnolith wurde 1875 nochmals von Wöhler [1]) analysirt; nach den erhaltenen Zahlen: Al 14,43 — Ca 17,84 — Na 10,75 — H_2O 8,20 — Fl 49,78 (aus dem Verlust), betrachtet er das Mineral als einen wasserhaltigen Kryolith, in welchem $^2/_3$ des Natriums durch Calcium ersetzt sind und stellt die Formel auf:

$$Al_2\ fl_3 \begin{Bmatrix} Na\ Fl \\ 2\ CaFl \end{Bmatrix} + 2\ HO \text{ (alte Atomgewichte).}$$

Schliesslich untersuchte noch König [2]) die beiden als Thomsenolith und Pachnolith unterschiedenen Mineralien analytisch und kommt zu dem Schlusse, dass beide zu vereinigen seien.

Alle diese Analysen beziehen sich aber nur auf das eine der beiden durch Krystallform und chemische Zusammensetzung scharf unterschiedenen Mineralien, nemlich auf Thomsenolith. Die von Descloizeaux gemessenen dünnen Prismen, für welche der Name Pachnolith beibehalten wird, enthalten kein Wasser und besitzen die Zusammensetzung: $Al\,Fl_3 \,.\, Na\,Fl \,.\, Ca\,Fl_2$. Hievon unterscheidet sich der von Dana gemessene Thomsenolith durch den Mehrgehalt von 1 Molekul Wasser. Derselbe hat die Formel: $Al\,Fl_3 + Ca\,Fl_2 + Na\,Fl + H_2O$, welche mit der von Wöhler für seinen sogenannten Pachnolith aufgestellten identisch ist.

---

1) Kgl. Gesellsch. d. Wissensch. z. Göttingen 1875, No. 23. — Ann. Ch. Ph. 180, 231. — Jahrb. Mineralog. 1876, 58.

2) Proced. Acad. Philadelphia 1876. — Jahrb. Min. 1876, 662.

Pachnolith.

Der eigentliche Pachnolith bildet kleine, stets sehr dünne monosymmetrische Nadeln, welche meist, wie schon Descloizeaux nachgewiesen, zu Zwillingen von anscheinend rhombischem Habitus vereinigt sind. Das Mineral findet sich in den Hohlräumen von Thomsenolith, jedoch stets in sehr kleiner Menge. Zur Analyse dienten die reinen Krystalle, welche von Herrn P. Groth mit grosser Mühe gesammelt und sämmtlich krystallographisch geprüft waren. Das Material reichte nur für eine vollständige Analyse aus:

	gefunden:	Die Formel $AlFl_3 + CaFl_2 + NaFl$ verlangt:
Al	13,606%	13,41
Ca	18,83 „	19,57
Na	11,73 „	11,25
Fl	55,69 „	55,77
	99,856	100,00

Thomsenolith.

Der Thomsenolith zeigt unter allen Kryolithmineralien die grösste Mannigfaltigkeit im Ansehen, welcher Umstand hauptsächlich die früheren Verwechselungen mit Pachnolith verursacht hat. Das von mir analysirte Material bestand aus farblosen, ganz durchsichtigen von Herrn P. Groth gemessenen, rechtwinkelig parallelepipedischen Krystallen. Die Analysen von drei verschiedenen Präparaten, von welchen das dritte magnesiumfreie am reinsten war, ergaben folgende Zahlen:

	I.	II.	III.
Al	13,04 %	13,00 %	13,26 %
Ca	17,22 „	17,21 „	17,22 „
	(17,87) „	(17,54) „	—
Mg	0,39 „	0,20 „	—
Na	10,02 „	10,49 „	10,43 „
Fl	50,65 „	50,62 „	50,61 „
H_2O	8,48 „	8,33 „	8,42 „
	99,80	99,85	99,94

Die für Calcium in Klammern gesetzten Prozentzahlen sind die Summe der gefundenen und der aus der Magnesia auf Calcium umgerechneten Mengen.

Aus diesen Zahlen lässt sich für das Mineral folgende Formel ableiten: $Al\,Fl_3 + Ca\,Fl_2 + Na\,Fl + H_2O$, wie die Zusammenstellung der gefundenen und berechneten Werte zeigt:

	Mittel aus den obigen 3 Analysen:	Berechnung nach der Formel:
Al	13,10%	12,32%
Ca	17,54 „	17,98 „
Na	10,31 „	10,34 „
Fl	50,63 „	51,26 „
H_2O	8,41 „	8,10 „
	99,99	100,00

Die Uebereinstimmung ist allerdings keine vollkommene; die Differenzen zwischen den gefundenen und berechneten Zahlen für Aluminium und Fluor sind beträchtlicher, als die erlaubten analytischen Fehler; es gewinnt darnach den Anschein, dass ein kleiner Teil von Fluoraluminium durch Aluminiumoxyd oder Aluminiumhydroxyd isomorph vertreten ist. Als ernstlichen Einwand gegen die Berechtigung obiger Formel wird man jedoch diese kleinen Abweichungen nicht betrachten dürfen.

Ralstonit.

Dieses in regulären Oktaëdern krystallisirte sehr seltene Kryolithmineral wurde im Jahre 1871 von G. J. Brush [1]) entdeckt. Die erste von Nordenskiöld [2]) im Jahre 1874 angestellte Analyse (mit 0,2 gr) gab folgende Zahlen: Al 22,94 — Ca 1,99 — Mg 5,52 — Na 4,66 — H_2O 14,84; ferner Spuren von Kalium und Phosphorsäure. Berechnet

---

1) Sillim. Americ. J. 1871, No. 7 pag. 30.

2) Appendix zu Dana's Mineralogie.

man den Rest von 50,05% als Fluor, so reicht diese Menge nicht aus, um alle Basen zu sättigen; Nordenskiöld nahm deshalb an, dass das Mineral Sauerstoff enthalte.

Der Ralstonit kommt in Verbindung mit Thomsenolith und Eisenspath vor. Aus einem solchen Gemenge ist es Herrn P. Groth gelungen, 0,5 gr ganz reiner Krystalle zu isoliren. Die damit angestellte Analyse gab mir folgende Werte:

Al	22,14 %	entsprechen	46,05 Fl
Ca	1,53 "		1,45 "
Mg	3,56 "		5,62 "
Na	5,504 "		4,55 "
Fl	57,12 "		57,67 Fl
H_2O	10,00 "		
	99,85		

Man sieht hieraus, dass die gefundene Fluormenge gerade zur Sättigung der Basen ausreicht, mithin die Vermuthung von Nordenskiöld, ein Teil derselben sei an Sauerstoff gebunden, nicht begründet ist.

Aus den vorliegenden Zahlen ergiebt sich folgendes Atomverhältniss der einzelnen Elemente. Die erste Columne enthält die direkt berechneten Zahlen; in der zweiten Vertikalreihe sind Calcium und Magnesium auf Natrium umgerechnet, unter der Annahme, dass diese 3 Metalle sich in dem Mineral isomorph vertreten. Die dritte Columne enthält endlich die auf ganze Zahlen abgerundeten Atomverhältnisse.

Atomverhältnisse

	gefunden:		abgerundet:
	I.	II.	III.
Al	0,808	0,808	4
Ca	0,038	0,076	
Mg	0,148	0,296	
		0,239	
Na	0,239	0,611	3
Fl	3,006	3,006	15
H_2O	0,555	0,555	3

Daraus ergibt sich für den Ralstonit die Formel:

$$4\ Al\ Fl_3 + 3\ Na\ (Mg\ Ca)\ Fl + 3\ H_2O,$$

welche bedeutet, dass ein Teil des Natriums durch Magnesium und Calcium isomorph vertreten ist.

Chiolith.

Der Chiolith wurde zuerst bei Miask im Ural als derbe mit Kryolith verbundene Masse gefunden. Die beiden ältesten Analysen des Minerals von Herman [1]) und Chodnew [2]) geben stark abweichende Resultate. Der erste findet die Zusammensetzung $3\ Na\ Fl + 2\ Al\ Fl_3$, der zweite die Formel $2\ Na\ Fl + Al\ Fl_3$. Rammelsberg [3]) wiederholte desshalb später die Analysen mit zwei verschiedenen Sorten von Chiolith. Da er hierbei ebenfalls stark abweichende Zahlen erhielt, so kam er zum Schluss, dass der Chiolith von Herman und von Chodnew zwei verschiedene Mineralien seien, von welchen das letztere den Namen Chodnewit erhalten und die obige Formel $2\ Na\ Fl + Al\ Fl_3$ besitzen solle. Beide Mineralien hatte er jedoch ebenso wie seine Vorgänger nur in derben Stücken unter Händen. Erst 13 Jahre nach Rammelsbergs Untersuchungen gelang es Kokscharow den Chiolith in durchsichtigen farblosen Krystallen aufzufinden und krystallographisch zu bestimmen.

Ein solches Originalstück Kokscharows wurde mir durch die gütige Vermittlung von Herrn P. Groth zur Verfügung gestellt. Dasselbe diente zur Analyse I. Die zweite Analyse wurde mit noch schöner krystallisirtem, ganz einheitlichem Material aus der Sammlung der Bergschule in

---

1) J. pr. Ch. 27, 188. — Berzelius Jahrb. XXVII, 230.

2) Verhandlg. d. k. russ. min. Ges. zu St. Petersburg 1845 bis 1846, 208.

3) Pogg. Ann. 74, 314. — J. pr. Ch. 45, 455.

St. Petersburg (von Herrn Prof. Jeremějew an Herrn P. Groth gesandt) ausgeführt.

Aus den erhaltenen Zahlen, welche bei beiden Analysen sehr gut übereinstimmen, berechnet sich für den Chiolith die Formel $3\,Al\,Fl_3 + 5\,Na\,Fl$.

	I.	II.	Berechnet nach der Formel:
Al	17,66%	17,64%	17,75%
Na	24,97 „	25,00 „	24,83 „
Fl	57,30 „	57,30 „	57,42 „
	99,93	99,94	100,00

Dieselben stehen in der Mitte zwischen den beiden von Rammelsberg für Chiolith und Chodnewit aufgestellten Formeln. Es folgt daraus, dass der von Rammelsberg analysirte derbe Chiolith durch andere Mineralien, vielleicht durch Kryolith, verunreinigt war; ferner wird dadurch die Existenz des Chodnewits, welchen Rammelsberg nur auf Grund seiner mit derben Stücken ausgeführten Analyse als besonderes Mineral unterscheidet, im höchsten Grade zweifelhaft.

Prosopit von Altenberg in Sachsen.

Der Prosopit wurde von Th. Scherer[1]) entdeckt. Seine einzige Analyse ergab folgende Zahlen: $Al_2\,O_3$ 42,68 — Ca 22,98 — MnO 0,31 — MgO 0,25 — H_2O 15,5. Das Fluor wurde nicht bestimmt. Dagegen gibt Scherer an, dass das Mineral noch 10,71% Fluorsilizium enthalte. Den qualitativen Nachweis des Siliziums hat er indessen nicht geliefert, sondern sich damit begnügt, den Glühverlust des Minerals zu bestimmen und nach Abzug des direkt bestimmten Wassers die Differenz als Fluorsilizium in Rechnung zu stellen. Diese Calculation ist durchaus unzulässig, da be-

1) Pogg. Ann. 90, 315 — 101, 361; Jahrb. f. Min. 1864, 189.

kanntlich alle wasserhaltigen Fluoride auch ohne Siliziumgehalt beim Glühen einen Teil ihres Fluors als Fluorwasserstoff verlieren. Ich habe mich vergebens bemüht, in dem Proposit das Silizium qualitativ nachzuweisen, muss allerdings dabei gestehen, dass wir für diese Zwecke bisher keine ausreichende analytische Probe besitzen.

Das Resultat meiner mit wasserhellen, vollkommen frischen Krystallen (aus der Mineraliensammlung der Universität Strassburg) angestellten quantitativen Analyse, bei welcher alle Basen, das Wasser und das Fluor direkt bestimmt wurden, spricht dagegen entschieden für die Abwesenheit von Silizium; denn der Verlust entspricht genau der Menge Sauerstoff, welche mit Fluor zusammen zur Sättigung der Basen nötig ist. Wäre noch Silizium in dem Mineral vorhanden, so würde die Berechnung beträchtlich mehr als 100% geben. Die gefundenen Zahlen sind:

	Al	23,37%
	Ca	16,19 „
	Mg	0,11 „
	Na	0,33 „
	Fl	35,01 „
	H_2O	12,41 „
		87,42
Verlust als Sauerstoff berechnet:		12,58
		100,00

In der folgenden Zusammenstellung ist die gefundene Fluormenge in der Art auf die Basen verteilt, dass die ersten drei vollkommen, das Aluminium nur teilweise, gesättigt sind. Es bleiben dann von dem gefundenen Aluminium noch 14,15% übrig, welche auf Oxyd berechnet 26,55% geben. Stellt man den letzteren Wert sammt den übrigen gefundenen Zahlen in Rechnung, so ergibt sich die Summe von 99,82%.

Ca	16,19%	entsprechen	15,38 Fl	
Mg	0,11 „		0,17	
Na	0,33 „		0,27	
Al	9,22 „		19,19	
Al_2O_3	26,55 „		35,01	= gef. Fluor
Fl	35,01 „			
H_2O	12,41 „			
	99,82			

Aus den obigen Zahlen ergibt sich das Atomverhältniss der verschiedenen Elemente, wie folgt:

		Atomverhältnisse:
Al	23,37%	0,853
Ca	16,19 „	0,405
Mg	0,11 „	0,004
Na	0,33 „	0,014
Fl	35,01 „	1,842
H_2O	12,41 „	0,689
O	12,58 „	0,786

Betrachtet man die kleinen Mengen von Magnesium und Natrium als isomorphe Vertreter des Calciums und berechnet sie dem entsprechend, so erhält man für Calcium statt 0,405 den Wert 0,417. Da ferner Sauerstoff und Wasser annähernd in dem Verhältniss 1 : 1 stehen, so kann die Summe derselben als Hydroxyl in Rechnung gestellt werden. Man erhält dann folgende Zahlen, welche auf den Calciumgehalt als Einheit umgerechnet die Werte der zweiten Columne geben:

	I.	II.
Al	0,853	2,04
Ca	0,417	1,00
Fl	1,842	4,42
H_2O	1,470	3,53

Die Summe von Fluor und Hydroxyl in der 2. Reihe ist = 7,95 also beinahe = 8. Macht man jetzt weiter die nicht unwahrscheinliche Annahme, dass Fluor und Hydro-

xyl sich isomorph vertreten können, so würde sich für den Prosopit die Formel: Ca (Mg Na) Al^2 (Fl OH)^8 ableiten lassen. Die Uebereinstimmung der aus der Formel berechneten und der gefundenen Zahlen ist gross genug, um diese Betrachtung zu rechtfertigen. Dass das Wasser in dem Prosopit nicht die Rolle von Krystallwasser spielt, wird sehr wahrscheinlich durch die Beobachtung, dass das Mineral bei 260° noch keinen Gewichtsverlust erleidet.

Herr C. v. Voit theilt die Hauptresultate einer von Herrn Dr. Ludwig Feder im physiologischen Institute ausgeführten Untersuchung mit:

„Ueber den zeitlichen Verlauf der Zersetzungen im Thierkörper".

Nachdem die Grösse der Zersetzung des Eiweisses und der stickstofffreien Stoffe im Thierkörper während 24 Stunden unter verschiedenen Umständen festgestellt war, schien es von Bedeutung zu sein, einen näheren Einblick in den zeitlichen Verlauf dieser Prozesse zu gewinnen und den Gang des Umsatzes von Stunde zu Stunde durch Ermittlung der in den Exkreten enthaltenen Elemente zu verfolgen. Es war zu hoffen, dadurch die Erklärung jener Vorgänge sicherer zu stellen und weiter zu fördern.

Ich habe schon vor fast 25 Jahren diesen Weg betreten, indem ich bei einem Menschen nach reichlicher Aufnahme von Fleisch die stündliche Harnstoffausscheidung (nach Liebig) während eines Tages bestimmte. Später suchte Panum die Ausnützung verschiedener stickstoffhaltiger Nahrungsmittel im Darmkanal bei männlichen Hunden, deren Harnblase er stündlich katheterisirte, durch Titrirung des Harnstoffs zu ermitteln. Falk untersuchte an hungernden oder mit reinem Fleisch gefütterten Hunden von Stunde zu Stunde die Menge des im Harn enthaltenen Harnstoffs (nach Liebig), erhielt aber mit den Resultaten Anderer nicht ganz übereinstimmende Werthe; er wandte zuerst weibliche

Hunde an, welche er nach Spaltung der Scheide leicht katheterisiren konnte. Am Menschen hat endlich auch J. Forster einen Versuch über den Gang der vierstündigen Abscheidung von Harnstoff und Phosphorsäure ausgeführt.

Es ist für das Resultat zunächst maassgebend, in welcher Zeit die in den Darm gebrachten Nahrungsstoffe in die Säfte eintreten und von da zu den Geweben gelangen, in denen die Zersetzung stattfindet. Man erfährt selbstverständlich aus solchen Versuchen nichts Genaueres über die Grösse der Resorption im Darm, da das Resorbirte nicht immer sofort zersetzt wird; man vermag nur in gewissen Fällen zu schliessen, dass mindestens so viel Material, als in den Exkreten ausgeschieden worden ist, auch zur Resorption gelangt sein musste. Nach der Resorption kann ein Theil der resorbirten Stoffe alsbald und ohne weitere Veränderung durch die Niere wieder abgegeben werden, so z. B. gewisse anorganische Bestandtheile der Nahrungsmittel; die meisten organischen Stoffe werden dagegen bekanntlich nicht als solche entfernt, sondern erleiden vorerst einen mehr oder weniger eingreifenden Zerfall. Für die Ausscheidung der in letzteren enthaltenen Elemente kommt es darauf an, wie lange Zeit es währt, bis der Umsatz von den ursprünglichen complizirten Verbindungen zu den einfachen Ausscheidungsprodukten vorgeschritten ist: der Stickstoff muss wahrscheinlich allerlei Vorstufen des Harnstoffes durchlaufen, der Schwefel zum Theil durch die Thätigkeit der Leber in das Taurin der Galle eintreten, von da wieder in den Darm übergehen, abermals in die Säfte aufgenommen und dann dorten weiter verändert werden.

Herr Dr. L. Feder hat es unternommen, die hier vorliegenden Fragen zu beantworten. Er benützte wie Falck einen weiblichen Hund, der von 2 zu 2 Stunden katheterisirt wurde; derselbe sollte zunächst beim Hunger, nach Zufuhr verschiedener Mengen reinen Fleischs, dann unter

Zusatz von stickstofffreien Stoffen zum Fleisch, ferner nach Aufnahme von einigen Salzen, von Wasser etc. etc. auf die Ausscheidung des Stickstoffs, Schwefels und Phosphors im Harn, sowie des Kohlenstoffs im Athem untersucht werden.

Es sind solche Versuche äusserst mühselig und langwierig, da jeder derselben doch mindestens zwei Mal gemacht und jedes der genannten Elemente in jeder Periode des 24 stündigen Versuchs womöglich doppelt bestimmt werden muss. Es ist aber staunenswerth, wie gleichmässig die Zersetzungen im Organismus bei gleichen Bedingungen verlaufen, so dass man den Eindruck einer regelmässig arbeitenden Maschine erhält.

Ich theile hier die Ergebnisse einiger solcher Versuchsreihen mit.

Beim hungernden Thier ist, wenn einmal die tägliche Stickstoffausscheidung gleichmässig geworden ist, auch die Quantität des Stickstoffs und der Phosphorsäure im Harn in den einzelnen Perioden des Tages bis auf geringe, wohl von der ungleichmässigen Sekretion in der Niere herrührenden Schwankungen, die gleiche. Das Verhältniss des Stickstoffs zur Phosphorsäure im Harn ist desshalb in den einzelnen Tagesperioden beim Hunger etwas wechselnd. Paul Bert hat angegeben, dass die stündliche Stickstoffausscheidung beim hungernden Menschen durchaus nicht constant sei, sondern zu gewissen Tageszeiten, ähnlich wie bei Aufnahme von Nahrung, Verschiedenheiten zeige. Bei dem schon längere Zeit hungernden Hunde kann wenigstens ein solches Verhalten und die Einwirkung ganz unbekannter Einflüsse auf die Zersetzung nicht nachgewiesen werden.

Nachdem somit dargethan war, dass die stündliche Ausscheidung ohne Zufuhr von Nahrung eine gleichmässige ist, durften die unter der Einwirkung gewisser Stoffe eintretenden Schwankungen auf diese zurückgeführt werden.

Reicht man dem Thiere reines Fleisch, so tritt alsbald eine gewaltige Aenderung der Stickstoffcurve auf; sie beginnt sofort stark anzusteigen, um in 5—6 Stunden ihr Maximum zu erreichen und dann wieder allmählich abzufallen.

Aus dieser so ungemein rasch sich entwickelnden Steigerung der Eiweisszersetzung nach Zufuhr von Eiweiss, wobei in 6 Stunden über 30% der Menge des letzteren zerstört sind, wird meine Anschauung über das Material, welches im Organismus dem Zerfall anheimfällt, sehr unterstützt und wahrscheinlich gemacht. Darnach ist es im Wesentlichen nicht das Organisirte, welches durch das Hineingelangen von neuem gelöstem Eiweiss in die Säfte auf völlig räthselhafte Weise verdrängt wird und dann in seine Componenten zerfällt, sondern es ist vielmehr das gelöste Eiweiss, das unter den in den Zellen gegebenen Bedingungen zerlegt wird, bis die Fähigkeit und Kraft der Zellen, chemische Verbindungen zu spalten, erschöpft ist.

Setzt man die Quantität des im Tag zersetzten Eiweisses zu 100 an und sieht zu, wieviel davon von Stunde zu Stunde zerstört wird, so ergiebt sich, dass nach Einführung verschiedener Fleischmengen die so gewonnenen prozentigen Curven innerhalb gewisser Grenzen die gleichen sind; nur bei Aufnahme sehr grosser Quantitäten von Fleisch treten Abweichungen ein, hervorgerufen dadurch, dass der Darm das übermässige Material nicht mehr in der nämlichen Zeit wie früher zu resorbiren vermag oder die Zellen das Resorbirte nicht mehr vollständig zersetzen können.

Man weiss aus den im Ludwig'schen Laboratorium ausgeführten Versuchen von Schmidt-Müllheim annähernd, wieviel Eiweiss aus Fleisch im Darmkanal des Hundes von Stunde zu Stunde zur Resorption gelangt. Der Vergleich der Resorptionscurven und der Zersetzungscurven lehrt, dass

bei Beginn des Versuchstages in den ersten Stunden nach der Fleischzufuhr ein beträchtlicher Theil des resorbirten Eiweisses nicht zersetzt wird, sondern zum Ansatz kommt; dieser Ansatz beträgt in den ersten 2 Stunden etwa 25% der verzehrten Eiweissmenge, von welcher in dieser Zeit 36% resorbirt und nur 9% zerstört werden. In der Mitte der Zeit, 3 bis 13 Stunden nach der Nahrungsaufnahme, halten sich Resorption und Zersetzung nahezu das Gleichgewicht; in den letzten Stunden des Versuchstages gehen beim Zustande des Stickstoffgleichgewichtes die anfangs aufgespeicherten Eiweissquantitäten wieder zu Verlust, so dass sich in diesem Falle der Organismus trotz der grossen stündlichen Schwankungen in der Zersetzung doch schliesslich auf seinem Eiweissbestande erhält.

Die Verfolgung der Schwefel- und Phosphorsäureausscheidung im Harn zeigt, dass für diese Stoffe das Maximum früher als für den Stickstoff, schon 4 Stunden nach der Einfuhr des Fleisches, eintritt; es wird namentlich die Phosphorsäure des letztern rasch aus dem Körper entfernt. Die Schwankungen sind hier in den einzelnen Versuchen etwas grösser als beim Stickstoff. Man muss dabei bedenken, dass die Phosphorsäure sofort nach der Lösung des Eiweisses des Fleisches aus den Säften ausgeschieden werden kann.

Das Verhältniss von Schwefel und von Phosphor zum Stickstoff ist an den verschiedenen Stunden des Tages ein ungemein wechselndes. Man hat gemeint, man wäre einfach aus der Ermittlung der Relation der Phosphorsäure zum Stickstoff in einer beliebigen Harnprobe im Stande, auf die Organe, welche dem Zerfall unterlegen sind, Rückschlüsse zu machen. Man dachte z. B. bei einem Vorwalten der Phosphorsäure an einen beschleunigten Untergang der Gehirnmasse, wegen ihres Gehaltes an dem phosphorsäurereichen Lecithin. Es ist aber klar, dass jenes Ver-

hältniss Schwankungen zeigen muss je nach dem Gehalt der Nahrung an Phosphorsäure und an Stickstoff, je nach der Betheiligung der so bedeutenden, an Phosphorsäure reichen Knochenmasse an dem Stoffwechsel, je nach dem Grad und der Zeit der Ausnützung der Phosphorsäure und des Eiweisses im Darm, und je nach der Zeit der Ausscheidung der Phosphorsäure und des Stickstoffes im Harn (siehe hierüber: Voit, in Hermann's Handbuch der Physiologie Bd. 6. Th. 1. S. 79—81). Die stündlichen Schwankungen des Verhältnisses jener Stoffe sind bei den Versuchen Feder's so gross, dass sie unmöglich aus einem ungleichen Verlust an Gehirnsubstanz, wenn man auch einen solchen, der durch nichts erwiesen ist, annehmen will, erklärt werden können; eine Abgabe von 30% der Gehirnsubstanz bei einem 20 Kilo schweren Hunde bringt im Tagesverhältniss noch keine Aenderung hervor.

Setzt man dem reinen Fleisch kleine Dosen von basisch phosphorsaurem Natron zu, so wird dies rasch im Harn wieder abgeschieden; in 2 Stunden sind schon 30% desselben, in 10 Stunden die ganze Menge aus dem Körper entfernt. Von dem dem Fleisch beigemischten Chlornatrium wird dagegen anfangs, zur Zeit der stärksten Magenverdauung, ein Theil, wie es scheint, zurückgehalten, also offenbar zur Magensaftabsonderung verwendet. Die beiden Salze üben auch einen Einfluss auf die Stickstoffausscheidung aus: sie bringen nämlich in der Vertheilung der stündlichen Stickstoffabgabe eine Aenderung hervor, so dass in den ersten Stunden mehr, in den letzten weniger Stickstoff zum Vorschein kommt; dieselbe Wirkung zeigt sich auch in der Ausscheidung der Phosphorsäure, nicht aber in der des Schwefels.

Fügt man dem Fleisch Fett zu, so ergiebt sich eine auffallende und wichtige Veränderung in der Curve der Stickstoffausscheidung, ebenso in der des Schwefels und der

Phosphorsäure. Es fällt hier nämlich der nach Fütterung mit reinem Fleisch steil aufsteigende Gipfel der Curve weg und die Ausscheidung jener Stoffe, namentlich des Stickstoffs und des Schwefels, vertheilt sich gleichmässiger auf die Tagesstunden.

Um die volle Wirkung des Fettes hervorzubringen, muss im Verhältniss zum Fett eine gewisse Quantität von Fleisch gegeben werden; die absolute Menge von Fett allein, oder die absolute Menge von Fleisch allein ist hiefür nicht bestimmend. Es war bei 3 Versuchen das Verhältniss von Fleisch und Fett Folgendes:

1) 400 Fleisch + 150 Speck (2,7 : 1)
2) 500 Fleisch + 150 Speck (3,3 : 1)
3) 500 Fleisch + 200 Speck (2,5 : 1)

Dabei war im ersten Falle die Fettwirkung am deutlichsten ausgesprochen; im dritten Falle, obwohl dabei absolut und relativ mehr Fett gereicht wurde, weniger; im zweiten Falle am geringsten.

Es rührt diese Aenderung in der Gestalt der Curven wohl kaum von einer länger ausgedehnten Resorptionszeit im Darm her, sondern vielmehr von einer protrahirten Zersetzung des Eiweisses bei Gegenwart des Fettes und einer Vertheilung desselben auf einen längeren Zeitraum.

Es ist diese Thatsache, wie man leicht erkennt, von nicht minder hoher Bedeutung für die Vorgänge der Ernährung wie die der Verminderung der Gesammtzersetzung durch das Fett, namentlich für den Arbeiter. Bei Zufuhr von reinem Fleisch ist die Fluth des Eiweissumsatzes in wenigen Stunden verlaufen und Ebbe eingetreten; der Zusatz von Fett zum Fleisch macht den Zerfall des Eiweisses für eine grössere Anzahl von Stunden während des Tages gleichmässig, so dass die daraus resultirende lebendige Kraft während längerer Zeit in gleicher Intensität zur Verfügung steht.

Es ist mit den vorstehenden Versuchen ein neues Gebiet der Erkenntniss der Stoffwechselvorgänge im Thierkörper aufgeschlossen, das noch reiche Ausbeute verspricht; die Schwierigkeiten der Methode sind völlig überwunden und die bis jetzt erhaltenen Resultate sind der Art, dass noch viele weitere Fragen sich stellen lassen, mit deren Lösung Herr Dr. Feder beschäftigt ist.

Verzeichniss der eingelaufenen Büchergeschenke.

Von der naturhistorischen Gesellschaft in Hannover:

29. und 30. Jahresbericht für die Jahre 1878—80. 1880. 8⁰.

Von der deutschen geologischen Gesellschaft in Berlin:

Zeitschrift. Bd. 33. 1881. 8⁰.

Von der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Kommission in Berlin:

Metronomische Beiträge Nr. 3. 1881. Fol.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Bern:

Mittheilungen. Jahrgang 1880. 1881. 8⁰.

Von der Schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften in Bern:

a. Verhandlungen, Jahrgang 1880 (deutsch und französisch). Lausanne 1881. 8⁰.
b. Neue Denkschriften. Bd. XXVIII. Basel 1881. 8⁰.
c. Mittheilungen 1881. 1881. 8⁰.

Vom naturwissenschaftlich-medizinischen Verein in Innsbruck:

Berichte. XI. Jahrg. 1880/81. 1881. 8⁰.

Von der naturforschenden Gesellschaft Graubündens in Chur:

Jahresbericht. Neue Folge. 23 u. 24. Jahrg. Vereinsjahre 1878/79 u. 1879/80. 1881. 8°.

Von der astronomischen Gesellschaft in Leipzig:

Vierteljahrsschrift. 16. Jahrg. 1881. 8°.

Vom Verein für Erdkunde in Leipzig:

Mittheilungen. 1880. 1881. 8°.

Von der k. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften in Leipzig:

Berichte über die Verhandlungen der mathematisch-physikalischen Klasse 1880. 8°.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Zürich:

Vierteljahrsschrift. Bd. 24. 25. 1879—80. 8°.

Von der Sternwarte des eidgenössischen Polytechnikums in Zürich:

Schweizerische meteorologische Beobachtungen. Jahrg. XVII. 1880. 1881. 4°.

Vom physikalischen Verein in Frankfurt a. M.:

Jahresbericht für d. J. 1879—80. 1881. 8°.

Von der landwirthschaftlichen Centralschule in Weihenstephan:

Jahresbericht pro 1880/81. Freising 1881. 8°.

Vom naturhistorischen Verein der preuss. Rheinlande in Bonn:

Verhandlungen. Jahrgang 38. 1881.
Suppl. zu Jahrg. 38. 1881. 8°.

Vom naturwissenschaftlichen Verein in Hamburg:

Verhandlungen. Neue Folge V. 1881. 8°.

Von der Ministerial-Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel:

Ergebniss der Beobachtungsstationen. Jahrgang 1881. Berlin 1881. 4°.

Von der naturhistorischen Gesellschaft in Nürnberg:

Abhandlungen. Bd. 7. 1881. 8°.

Von der Kaiserlichen Leopoldinisch-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher in Halle a. S.:

Nova Acta. Bd. 41. Pars I. II. 1879—80. 4°.

Von der Redaktion des Archivs der Mathematik in Greifswald:

Archiv der Mathematik und Physik. Th. 67. Leipzig 1881. 8°.

Von der neuen zoologischen Gesellschaft in Frankfurt a. M.:

Der zoologische Garten. 22. Jahrg. 1881. 1881. 8°.

Von der Société des sciences in Strassburg:

Bulletin trimestriel. Tom. 15. 1881. 1881. 8°.

Von der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien:

Mathematisch-physikalische Klasse. I. II. III. Abth. Bd. 83. 1881. 8°.

Vom Coppernicus-Verein in Thorn:

Mittheilungen. Heft 1—3. Leipzig 1881. 8°.

Vom Institut Royal météorologique des Pays-Bas in Utrecht:

Nederlandsch Meteorologisch Jaarboek voor 1880. 32 Jaargang. Deel I. 1881. 4°.

Vom Surgeon General's Office in Washington:

a. Medical and Surgical History of the War of the Rebellion. 4 voll. 1870—79. 4°.
b. Index Catalogue of the Library. Vol. I. II. 1880—81. 4°.

Von der American Medical Association in Philadelphia:

Transactions. Vol. 31. 1880 8°.

Von der American Pharmaceutical Association in Philadelphia:

Proceedings at the 28th annual Meeting held in Saratoga Springs. Sept. 1880. 8°.

Von der Academy of natural Sciences in Philadelphia:

Proceedings 1880 in 3 parts. 1880. 8°.

Von der Biblioteca nazionale in Florenz:

a. Tavole per una anatomia delle piante aquatiche, da Filippo Parlatore. Firenze 1881. 4°.
b. Il primo anno della clinica obstetrica diretta dal Prof. Vincenzo Balocchi, rendiconto di Ernesto Grassi. 1880. 4°.

Von der Redaktion des Moniteur scientifique in Paris:

a. Moniteur scientifique. Livr. 476 (Août 1881). 1881. 8°.
b. „ „ „ 477 1881. 8°.
c. „ „ „ 478 1881. 8°.

Von der École polytechnique in Paris:

Journal. Tom. 29. 48e cahier. 1880. 4°.

Von der Institution ethnographique in Paris:

Annuaire. 1880. 8°.

Von der Société d'anthropologie in Paris:

Bulletins. III Sér. Tom. IV. 1881. 8°.

Von der Académie des Sciences in Paris:

Comptes rendus. Tom. 93. 1881. 4°.

Von der Redaktion des American Journal of Science in New-Haven:

The American Journal of Science. Vol. XXI. 1881. 8°.

Von der California Academy of Sciences in San Franzisco:

Proceedings at the Meeting held June 16. 1881. 8°.

Von der Société nationale des sciences naturelles in Cherbourg:

Mémoires. Tom. 22. Paris 1879. 8°.

Von der Société Linnéenne in Lyon:

Annales. Tom. 26. 27. Année 1879 et 1880. 8°.

Von der Geological Society in Edinburg:

Transactions. Vol. IV. 1881. 8°.

Vom Congresso geografico internazionale in Venedig:

Catalogo generale degli oggeti esposti. 1881. 8°.

Vom Congrés international de geographie in Venedig:

Catalogue général des objets exposés. Livr. I. Venise 1881. 8°.

Vom Istituto Veneto di scienze in Venedig:

Monografia del Lias del Prof. Torquato Taramelli. Venezia 1880. 4°.

Von der k. Akademie der Wissenschaften in Stockholm:

a. Fries, Icones selectae Hymenomycetum. Vol. II. 1881. Fol.
b. Meteorologiska Jakttagelser. Vol. 17—19. 1878—81. 4°.
c. Geologisk öfversigts-karta öfver Skåne, of N. P. Angelin Lund. 1877. 8°.

Von der Société Linnéenne in Bordeaux:

Actes. Tom. 34. 1880. 8°.

Von der Linnean Society in London:

Journal, Botany. Vol. 18. Nr. 108—113. Zoology. Vol. 15. Nr. 84. 85. 1880. 8°.

Von der Institution of Civil Engineers in London:

Charter, By-Laws und Regulations. 1881. 8°.

Von der Administration des mines en Finlande in Helsingfors:

Carte géologique de la Finlande Nr. 3 et 4, accomp. de renseignements. 2 Hefte und 2 Karten. 1881. 8°.

Von der American chemical Society in New-York:

Journal. Vol. III. 1881. 8°.

Vom Institut Royal Grand-Ducal in Luxembourg:

Publications. Tom. 18. 1881. 8°.

Von der Norwegian North-Atlantic Expedition 1876—77 in Christiania:

Zoology. Gephyrea, by D. C. Danielssen u. Joh. Koren. 1881. Fol.

Von der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Petersburg:

Mélanges biologiques. Tom. XI. 1881. 8°.

Vom Musée d'histoire naturelle in Caën:

Annuaire. Vol. 1. 1880. 8°.

Von der Société Vaudoise des sciences naturelles in Lausanne:

Bulletin. 2 Sér. Vol. XVII. Nr. 85. 1881. 8°.

Von der Royal Society of Tasmania in Tasmania:

Monthly Notices for 1879. 1880. 8°.

Von der Botanical Society in Edinburg:

Transactions. Vol. XIV. 1881. 8°.

Von der Royal Society of New South-Wales in Sidney:

Report upon certain Museums for Technology, by Archibald Liversidge. 1880. Fol.

Vom Institut Royal géologique de la Suède in Stockholm:

Sveriges gedogiska Undersökning. Ser. Aa Nr. 73—79, Ser. Ab Nr. 6, Ser. C Nr. 36—44. 1880—81. 8° mit Karten in Folio.

Vom Entomologisk Förening in Stockholm:

Entomologisk Tidskrift. Bd. I. 1881. 8°.

Von der Zoological Society in London:

Proceedings. 1881. 8°.

Von der Società Italiana di scienze naturali in Mailand:

Atti. Vol. 23. 1880. 8°.

Vom Reale Osservatorio di Brera in Mailand:

Pubblicazioni. No. XIX. 1881. 4°.

Von der Società Veneto-Trentina di scienze naturali in Padua:

Bullettino. Tomo 2. 1880. 8°.

Von der Società Italiana delle Scienze in Rom:

Memorie di matematica e di fisica. Serie III. Tom. 3.

Vom Museu naçional in Rio de Janeiro:

Archivs. Vol. II. III. 1877—78. 4°.

Vom Meteorological Departement of India in Calcutta:

Observations. May 1880. 1880. Fol.

Vom Observatorio de marina de San Fernando in Cádiz:

Anales. Seccion II. Año 1880. 1881. Fol.

Von John Hopkins University in Baltimore:

a. American Chemical Journal. Vol. I. II. III. 1879/1881. 8°.
b. American Journal of Mathematics. Vol. III. 1880. 4°.
c. On the mechanical Equvalent of Heat by Henry A. Rowland. 1880. 8°.
d. John Hopkins University. Studies from the biological Laboratory by W. K. Brooks. Nr. IV. 1880. 8°.

Von der Société Hollandaise des sciences in Harlem:

Archives Neerlandaises des sciences exactes. Tom. XVI. Liv. 1. 2. 1881. 8°.

Vom Musée Teyler in Harlem:

Archives. Nouv. Série. Partie I. 1881. 8°.

Vom Museo civico di storia naturale in Genua:

Annali. Vol. 16. 17. 1880—81. 8°.

Von Herrn Rudolf Wolf in Zürich:

Astronomische Mittheilungen LIII. Zürich 1881. 8°.

Von Herrn A. Kölliker in Würzburg:

Zur Kenntniss des Baues der Lunge des Menschen. 1881. 8°.

Von Herrn Leo Grunmach in Berlin:

Ueber die elektromagnetische Drehung der Polarisationsebene der strahlenden Wärme. 1881. 8°.

Von Herrn F. C. Donders in Utrecht:

Onderzoekingen gedaan in het physiologisch Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool. III Reeks. Bd. VI. 1881. 8°.

Von Herrn Mariano Bárcena in México:

Fenómenos periódicos de la vegetacion. 1881. 8°.

Von Herrn Preudhomme de Borre in Brüssel:

Liste de Criocérides. 1881. 8°.

Von Herrn Nikolai v. Kokscharow in Petersburg:

Materialien zur Mineralogie Russlands. Bd. VIII. S. 33—320. 1881. 8°.

Von Herrn Francis E. Nipher in Kansas City:

On certain Problems in Refraction. 1881. 8°.

Von Herrn Gustavus Hinrichs in Iowa City:

Report of the Iowa Weather Service for 1881. Des Moines 1881. 8°.

Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

1882. Heft II.

München.
Akademische Buchdruckerei von F. Straub.
1882.

In Commission bei G. Franz.



Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 7. Januar 1882.

Herr v. Nägeli bringt mit einem Begleitschreiben nachstehende Abhandlung zur Vorlage:

„Ueber die experimentelle Erzeugung des Milzbrandcontagiums" von Dr. Hans Buchner.

II. Mittheilung.[1])

Die Umwandlungen in der Natur der Pilze, welche in meiner ersten Mittheilung nachgewiesen wurden, hatten zu ihrem Eintreten theilweise einer nicht unbeträchtlichen Zeitdauer bedurft. Es lag nahe, die Ursache hievon in der noch unvollständigen Kenntniss der massgebenden Bedingungen zu suchen, und es musste dies eine Aufforderung sein, die Forschung in dieser Richtung mit veränderten Methoden fortzusetzen. Denn, wenn es gelang die Zeitdauer der Umzüchtung in entscheidender Weise abzukürzen, so war damit eine wesentliche Aufklärung über das Ursächliche des Vorganges selbst, und ausserdem die Möglichkeit einer leichten Controle dieser praktisch wie theoretisch gleich wichtigen Resultate gegeben.

1) I. Mittheilung s. diese Sitzungsberichte. 1880. Heft III. S. 368.

In der That haben die weiteren Versuche diese Aufgabe in befriedigender Weise gelöst. Die Angabe der Methoden, welche die Umwandlung der infectiösen in die unschädliche Pilzform in einigen wenigen Tagen vollführen lassen, bilden den Gegenstand der vorliegenden Mittheilung, während die umgekehrte Züchtung einer nächsten Mittheilung vorbehalten bleiben soll. Auch diese Versuche wurden wie die früheren im pflanzen-physiologischen Institut des Herrn Professor v. Nägeli zur Ausführung gebracht.

Zunächst möchte ich bezüglich der Nomenclatur der hier in Frage kommenden Pilzformen einiges bemerken. Es erscheint als wünschenswerth, für die von mir als Stammform der Milzbrandbacterien nachgewiesenen und durch Angabe des ihnen eigenthümlichen Reinculturverfahrens (Kochen von Heuaufgüssen) charakterisirten „Heubacterien" eine wissenschaftliche Bezeichnungsweise zu besitzen. F. Cohn, der diese Form zuerst beschrieb, hat nun für dieselbe den Namen „Bacillus subtilis" gebraucht. Da jedoch aus früher angeführten Gründen die Aufstellung einer selbständigen neuen Formgattung Bacillus gegenüber der älteren Bacterium nicht als berechtigt zugegeben werden kann[1]), so erscheint es als selbstverständlich, dass der frühere, von Ehrenberg eingeführte Gattungsname Bacterium für diese Gebilde beibehalten, der Speciesname dagegen nach dem Vorgange von Cohn angenommen wird, womit denn diese Heubacterien die Bezeichnung „Bacterium subtile" erhalten.

Das Bacterium subtile (syn. Bacillus subtilis, Heubacterien, Heubacillen) ist hinsichtlich seiner physiologischen Eigenschaften hauptsächlich durch die höchst merk-

---

1) I. Mittheilung S. 369. Anmerkung. Die nähere Darlegung dieser Gründe verspare ich mir auf eine Mittheilung, welche die Morphologie der Heubacterien zum Gegenstande haben soll.

würdige Resistenz gegen hohe Hitzegrade ausgezeichnet[1]). Ferner dadurch, dass es durchaus kein Gärungserreger ist, ein Punkt, der übrigens schon durch Prazmowski hinreichende Aufklärung erfuhr[2]). Auch ich habe in meiner ersten Mittheilung angegeben, dass dasselbe so wenig als die Milzbrandbacterien den Milchzucker zu vergären im

---

1) Um eine allseitige Verständigung über die Identität von Bacterium subtile möglichst zu befördern, möchte ich das Verfahren zur Reincultur desselben auf Grund meiner Erfahrungen mit verschiedenen Heusorten, (die sich in verschiedener Richtung ungleich verhalten) folgendermassen präcisiren: Heu-Aufguss bereitet nach der Methode von W. Roberts (Philos. Transact. of the R. Soc. of London. Vol. 164, 1874. p. 457), d. h. 4 stündiges Verweilen des mit möglichst wenig Wasser übergossenen Heu's bei 36° C.; alsdann wird durch ein Drahtsieb abgegossen (nicht filtrirt), verdünnt bis zum sp. G. 1,004, und dieser Aufguss nun 1 Stunde lang in einem mit Watte verschlossenen Kolben bei geringer Dampfentwicklung zum Sieden erhitzt. Der Kolben soll 500 ccm Aufguss enthalten, und nicht weniger; nach dem Kochen wird derselbe bei 36° C. belassen. In dieser Weise verfahrend wird man nach 48 Stunden kaum jemals die von Bacterium subtile gebildete Pilzdecke vermissen. Ganz ausnahmsweise nur könnte es vorkommen, dass der Heuaufguss zu stark sauer reagirt und dass der Erfolg des Versuches dadurch vereitelt würde, weil die Pilze in saurer Lösung leichter getödtet werden. In solchem Fall wäre es erforderlich, den Aufguss vor dem Kochen zu neutralisiren. — Dass ich auf 1,004 sp. G. zu verdünnen vorschlage, anstatt wie Roberts angibt, 1,006, hat seinen Grund nur darin, das manches Heu zu wenig lösliche Substanzen besitzt, um bei obiger Behandlung einen Aufguss von 1,006 sp. G. zu liefern. Filtrirt soll nicht werden, weil man ja die Pilze, die oftmals an kleinen Stäubchen und Splitterchen haften, in der Lösung zu behalten wünscht. Eine grössere Menge von Heuaufguss zu erhitzen ist erforderlich, da lebenskräftige Pilze, welche das Erhitzen unbeschadet überstehen, keineswegs so sehr zahlreich in demselben vorkommen, dass man in jeder kleineren Quantität schon sicher auf dieselben rechnen könnte.

2) Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte und Fermentwirkung einiger Bacterien-Arten. Von Dr. Adam Prazmowsky. Leipzig 1880.

Stande sei. Nach vielen und vielseitigen Versuchen kann ich nunmehr bestätigen, dass Bacterium subtile in Lösungen, welche die verschiedensten Kohlenhydrate enthalten, trotz reichlichster Vermehrung, keine Spur von Gährung zu bewirken im Stande ist. Die Identificirung dieses Pilzes mit dem Buttersäure-Ferment von Pasteur, wie sie F. Cohn im Jahre 1872 gab, muss somit, wenigstens vorläufig, fallen gelassen werden. Ebenso auch die Identificirung mit derjenigen Bacterienform, deren sich Fitz bei seinen interessanten Gärungsversuchen zur Zerlegung des Glycerin's in Aethylalkohol bediente.[1]) Ich habe diese letztere Pilzform rein cultivirt und eingehend studirt, und bin zu der bestimmten Ueberzeugung gelangt, dass dieselbe mit dem Bacterium subtile keineswegs identisch ist. Im Gegentheile ist der Fitz'sche Pilz ein entschiedener Gärungserreger, der die meisten Kohlenhydrate energisch zu vergären vermag. Bezüglich der sonstigen chemischen Eigenschaften des Bacterium subtile habe ich bereits in meiner ersten Mittheilung das Wichtigste angegeben und gezeigt, dass dieselben mit jenen der Milzbrandbacterien völlig übereinstimmen. Eine nothwendige Folge der vollkommenen Gäruntüchtigkeit dieser Pilze ist es, dass sie des freien Sauerstoffs zu ihrem Wachsthum unbedingt benöthigen. Denn nur Gärungserreger können desselben, wenn sie in Thätigkeit sind, entrathen.

Ich komme nun zum eigentlichen Thema der gegenwärtigen Mittheilung. In meiner ersten Mittheilung hatte ich angegeben, dass Züchtung der Milzbrandbacterien in Lösungen von Fleischextract mit oder ohne Zuckerzusatz bei 36^0 C. im Schüttelapparat jedesmal eine allmählige Ab-

1) Alb. Fitz: Ueber Schizomyceten-Gährungen III. Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft XI. 1878 S. 49.

nahme der infectiösen Wirksamkeit herbeiführte. Ein wesentlicher Unterschied konnte dabei nicht constatirt werden, ob Zucker zugesetzt wurde oder nicht, ob die Concentration höher oder niedriger gewählt wurde. Somit können diese Bedingungen für die Umänderung der Pilznatur nicht von entschiedenem Belange sein.

Wichtig schienen dagegen die anderen Bedingungen der Züchtung: erhöhte Sauerstoffzufuhr in Folge des Schüttelns und Temperatur von 36° C. In der That kann man zeigen, dass diese Bedingungen es sind, welche allein die Veränderung in den Eigenschaften der Milzbrandbacterien bewirkten. Werden dieselben weggelassen, so können diese Pilze auch ausserhalb des Körpers durch beliebig viele Generationen fortgezüchtet werden, ohne dass irgend eine ihrer Eigenschaften verloren geht. Das einfachste Mittel hiezu ist Züchtung in einer halbprocentigen Fleischextractlösung in Ruhe (ohne Schütteln) bei 25° C. Unter diesen Bedingungen wachsen reincultivirte Milzbrandbacterien stets in Form zierlicher Wolken am Grunde der völlig klaren Nährflüssigkeit; bei beliebig lange fortgesetzter Züchtung bleibt die infectiöse Wirksamkeit die nämliche, wie sie in der ersten Reincultur der Bacterien in der Fleischextractlösung gewesen war.

Da nun verminderte Sauerstoffzufuhr und niedere Temperatur Bedingungen sind, unter denen die Milzbrandbacterien sich gleichzeitig auch langsamer vermehren, so ergibt sich die Annahme, dass überhaupt Verhältnisse, welche dem Wachsthum nicht besonders förderlich sind, zur Constanterhaltung der infectiösen Eigenschaften am besten wirken. In der That wird diese Voraussetzung durch alle Versuche, die man in dieser Richtung anstellen kann, als richtig bewiesen. Zu beachten ist in dieser Beziehung die chemische Reaction der Nährlösung. Schwach saure

Nährlösungen sind zur Erhaltung der infectiösen Eigenschaften vortheilhafter als schwach alkalische. Man denke nicht, dass diese Wirkung nur auf der Verminderung der Generationszahl beruht. Davon kann keine Rede sein, und habe ich auf diesen Punct genügend geachtet.

Als weitere Folgerung ergibt sich, dass umgekehrt besonders günstige Vermehrungsbedingungen eine rasche Abnahme der infectiösen Wirkung herbeiführen werden. Schon die frühere Züchtung war von diesem Gedanken beeinflusst. Aus diesem Grunde hatte ich die Pilze im Schüttelapparate wachsen lassen. In ruhender Nährlösung hängt alles ab von der Höhe der Flüssigkeitsschichte, auf deren Grunde die für gewöhnlich bewegungslosen und desshalb nicht umherschwimmenden Milzbrandbacterien vegetiren. Je höher diese Schichte, um so geringer ist die Menge von Sauerstoff, die in der Zeiteinheit durch Diffusion den Pilzen zugeführt wird, umso langsamer erfolgt desshalb die Vermehrung und umgekehrt.

Das Schütteln verändert diese Verhältnisse insofern, als dadurch alle Theile der Flüssigkeit gleichmässig mit Luft in Berührung kommen, so dass der Erfolg der gleiche ist, als ob die Pilze sämmtlich in einer sehr wenig tiefen Flüssigkeitsschichte vegetirten. Es fragt sich aber, ob auf diese Weise den Pilzen das Maximum von Sauerstoff zugeführt werden kann. Ich glaube nicht; ich halte es vielmehr für sicher, dass Pilze, welche in Form von Häuten und Decken auf Flüssigkeiten vegetiren, wenigstens in der obersten Lage, noch viel reichlicher Sauerstoff erhalten als geschüttelte Pilze. Die Verminderung der Sauerstoff-Absorption durch die Schüttelbewegung mag hiezu wohl beitragen.

Wir wissen nun aber, dass gerade die Heupilze, in welche die Milzbrandbacterien übergeführt werden sollen, in exquisiter Weise Decken bilden, und es ist gewiss, dass sie auch in der Natur stets in dieser Weise unter der

unmittelbaren Einwirkung des Sauerstoffs als häutige Ueberzüge vorkommen. Der nächste Gedanke war somit, auch die Milzbrandbacterien unter den gleichen Bedingungen wachsen zu lassen.

Dies geschah dadurch, dass ich reincultivirte Milzbrandbacterien auf Filtrirpapierstücke aussäte, welche, selbst pilzfrei, an der Oberfläche sterilisirter Nährlösungen schwimmend angebracht waren. Nach Verlauf einiger Tage bildete sich auf diesen schwimmenden Flächen ein bis zu 3 mm dicker weisser oder schwach graulicher Schleimüberzug, der lediglich aus sporentragenden Milzbrandfäden bestand. Ich bemerke, dass die Entwicklung dieser Schleimmassen bedeutend augenfälliger wird, wenn die Nährlösung eine gewisse Menge von Zucker enthält. Der Zucker wirkt modificirend auf die Bildung der Membranen und lässt dieselben voluminöser und klebriger werden. Der günstige Einfluss des reichlich zutretenden Sauerstoffs machte sich hier nicht nur durch die ausserordentlich starke Vermehrung sondern auch dadurch kenntlich, dass unter diesen Umständen die Milzbrandbacterien sogar in einer sonst denselben absolut unzugänglichen Nährlösung wuchsen, nämlich in nicht neutralisirtem (schwach sauer reagirendem) Heuaufguss. Allein ein wesentlicher Vortheil bezüglich der Umwandlung der Pilznatur gegenüber der Cultur im Schüttelapparate liess sich auf diese Weise nicht erreichen.

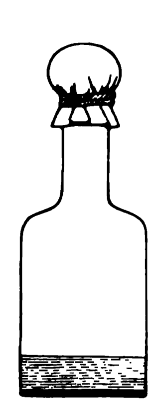
Die Ursache dieses ungenügenden Erfolges durfte zunächst darin gesucht werden, dass auf den feuchten, schwimmenden Oberflächen zwar die Zufuhr des Sauerstoffs eine sehr reichliche, jene des Nahrungsmaterials dagegen eine verlangsamte ist, da dasselbe erst durch das Filtrirpapier hindurch diffundiren muss. Entsprechend war auch die Vermehrung der Pilze zwar eine sehr reichliche, aber keine sehr rasche; es dauerte immerhin mehrere Tage, bis die erwähnten Schleimüberzüge sich ordentlich entwickelten. Um

diesen Uebelständen abzuhelfen, modificirte ich das Züchtungsverfahren in der Weise, dass die Filtrirpapierstücke anstatt auf der Oberfläche der Nährlösung zu schwimmen, an die Wandung des Züchtungsgefässes geklebt wurden, so dass dieselben über das Flüssigkeitsniveau noch um ein gutes Stück in die Höhe ragten. Die ausgiebige Benetzung dieser feuchten Flächen mit Nährlösung geschah dadurch, dass die Züchtungsgefässe wiederum in den Schüttelapparat eingesetzt wurden.

Wendet man eine zuckerhaltige Nährlösung (am besten 1 Procent Fleischextract und 3 Procent Zucker) an, so entstehen auch unter diesen Umständen bei Aussaat reiner Milzbrandbacterien und Körpertemperatur schleimige Ueberzüge auf den Papierstreifen. Der Zuckerzusatz ist hiezu wesentlich, da die Pilze sonst nicht genügend fest der Fläche des Papiers adhäriren. Der Erfolg dieses Verfahrens, das ich mit den verschiedensten Modificationen im einzelnen in ein paar hundert Versuchen zur Anwendung brachte, war bereits ein wesentlich besserer als derjenige aller bisherigen Züchtungsarten. In den allermeisten Fällen bewirkte schon die einmalige Cultur unter diesen Bedingungen eine merkliche Umänderung im Verhalten der Milzbrandbacterien. Zur Constatirung derselben bedurfte es nicht jedesmaliger Impfversuche an Thieren. Es hatte sich nämlich längst mit Evidenz herausgestellt, dass die mit blossem Auge erkennbare Wachsthumsart der Milzbrand-Heubacterien im Züchtungsglase mit deren Verhalten im Thierkörper absolut parallel geht, so dass aus ersterem auf letzteres ein vollständig sicherer Schluss gezogen werden kann. Um diess zu erläutern, ist es nothwendig, auf die makroskopische Wachsthumsart der Uebergangsstufen zwischen Milzbrand- und Heubacterien näher einzugehen.

Alle diese Uebergangsstufen, welche eine lückenlose Reihe von den ächten Milzbrandbacterien zu den ächten Heubacterien bilden, sind bei bekannter Nährlösung an der makroskopischen Art ihres Wachsthums sofort zu erkennen. Es muss jedoch nicht nur die Nährlösung eine bestimmte und für alle Versuche die gleiche sein, sondern auch alle andern Bedingungen der Züchtung müssen für jede Form gleich gehalten werden, wenn es sich um die Feststellung der Merkmale handelt. Denn die nämliche Pilzform verhält sich bei jeder veränderten Züchtungsweise etwas verschieden.

Als Normallösung wähle ich die 1 procentige Lösung von Liebig'schem Fleischextract. Hievon erhält jedes Züchtungsglas 20 ccm. Als Züchtungsgefäss (dessen Form, ob Eprouvette oder Kölbchen, wegen des verschiedenen Sauerstoffzutritts bei verschiedener Flüssigkeitstiefe keineswegs irrelevant ist) sei ein Fläschchen von der Form des in Abbildung beigefügten (sogenanntes Saftgläschen) angenommen, ein Gefäss, das ich nach vieljähriger Erfahrung für Pilzculturen am meisten empfehlen kann. Diese Saftgläschen sind aus dickem, schwer schmelzbarem Glase gefertigt, um das oftmalige Erhitzen im Dampfkessel unbeschadet ertragen zu können. Der äussere Durchmesser des erweiterten Theiles beträgt 5 cm. Zuerst werden die Gläschen mit Nährlösung (hier 20 ccm, was eine Schichte von 1,2 bis 1,5 cm Höhe gibt) gefüllt; alsdann wird über den mit Watte verschlossenen Hals noch Zeug gebunden, um später beim Stehenlassen der Cultur die Ansammlung von Zimmerstaub am Rande der Oeffnung und das Hineinfallen desselben in das Gläschen bei Lüftung des Pfropfens zu vermeiden; endlich werden die derartig zu-



sammengestellten Züchtungsgläser im Dampfkessel erhitzt. Die Höhe der Erhitzung habe ich schon bei einer anderen Gelegenheit auf 110° C. während 1 Stunde angegeben. Die hiebei erforderliche Zeit der Anwärmung richtet sich nach der Grösse der verwendeten Züchtungsgefässe resp. der darin eingeschlossenen Flüssigkeitsmengen. Für den gegenwärtigen Fall, Saftgläschen mit 20 ccm Lösung, beträgt dieselbe bei dem Dampfkessel, dessen ich mich bediene, 1¼ Stunden. Das heisst, nach dieser Zeit haben die eingeschlossenen Flüssigkeiten ganz sicher 110° erreicht. Die gesammte Erhitzungsdauer beträgt somit 2¼ Stunden.[1]) Schon früher habe ich hervorgehoben, dass derartig behandelte Züchtungsgefässe, gleichviel mit welchem Nährmaterial dieselben gefüllt sind, für immer, auch bei wochen- und monatelangem Aufenthalt im Thermostaten bei 36° unverändert und pilzfrei bleiben. Auf solche mit 20 ccm 1 procentiger Fleischextractlösung gefüllte Züchtungsgefässe beziehen sich die nun folgenden Angaben über die Wachsthumsart der Zwischenstufen von Milzbrand- zu Heubacterien.

Unter diesen Uebergangsformen, die eine ununterbrochene Reihe von der einen zur anderen Grenzform dar-

---

1) Der grössere Dampfkessel, welcher seit 12 Jahren im hiesigen pflanzenphysiologischen Institut zur Sterilisirung von Nährsubstanzen verwendet wird, (vorher wurde ein kleinerer gebraucht) ist ein Cylinder aus Messing, 20 cm im Durchmesser und 45 cm hoch. Der Boden wird 5 – 8 cm hoch mit Wasser bedeckt. Die Züchtungsgefässe stehen in 2, durch ein dazwischen gelegtes Blech getrennten Etagen übereinander, so dass jedesmal 20 Saftgläschen gleichzeitig sterilisirt werden. Jedes Saftgläschen erhält während des Erhitzens über den Hals eine Glasglocke übergestülpt, um das Eindringen des vom Deckel abtropfenden Condensationswassers in den Wattepfropf zu verhindern. Der Deckel des Kessels wird mit Schraubklemmen aufgeschraubt und der dampfdichte Verschluss durch einen Ring aus starkem, angefeuchtetem Pappdeckel hergestellt.

stellen, können zweckmässig 3 Stufen unterschieden werden, obwohl es leicht wäre noch mehr Zwischenstufen mit genügend kenntlichen Merkmalen zu markiren. Diese Uebergangsformen will ich, von den ächten Milzbrandbacterien beginnend mit I, II, III numeriren. Die Wachsthumsart dieser und der Grenzformen in 1 Procent Fleischextract bei 36° C. gestaltet sich, 36 Stunden nach erfolgter Aussaat, d. h. nach vollendetem Wachsthum, folgendermassen:

Aechte Milzbrandbacterien: Nährlösung klar, am Grunde derselben zarte, weisse Wolken.

Uebergangsform I: Nährlösung klar oder durch Flöckchen getrübt, Bildung eines weissen Randes dort, wo die Oberfläche der Flüssigkeit die Glaswand berührt. Am Grunde der Lösung weisse Flocken.

Uebergangsform II: Nährlösung durch Flocken getrübt. Sehr lockere, schleimig aussehende Decke, die bei der leisesten Erschütterung zu Boden sinkt. Grund mit Flocken und untergesunkenen Deckenfragmenten bedeckt.

Uebergangsform III: Nährlösung klar oder durch Flöckchen getrübt. Schleimig aussehende aber ziemlich consistente Decke. Keine Flocken am Grunde.

Aechte Heubacterien: Nährlösung bis zum Grunde völlig klar. Trockene, feste, weisse, oftmals fein gerunzelte oder wie bestäubt aussehende, schwer unterzutauchende Decke.

Aus dieser Uebersicht ergibt sich, dass je mehr die Pilze den ächten Heubacterien sich annähern, um so mehr die Fähigkeit eintritt, in der Nährlösung umherzuschwimmen und an der Oberfläche, unter der directen Einwirkung des

Sauerstoffs, dichte, gallertartige Verbände zu bilden. Erwähnt muss werden, dass von Form I an jedesmal der Entwicklung des oben verzeichneten typischen Wachsthumsbildes ein Schwärmstadium vorhergeht; innerhalb 12 Stunden nach der Aussaat trübt sich die Nährlösung und ist mit Pilzen erfüllt, welche eine selbständige Bewegung zeigen. Diese Eigenbewegungen sind jedoch bei den Zwischenformen noch bedeutend langsamer als bei den ächten Heubacterien.

Zur Orientirung sei bemerkt, dass die nunmehr aufgestellte Uebergangsform II eben dieselbe ist, welche in meiner früheren Mittheilung als „Mittelform" (S. 391 und 407) ausführlicher beschrieben wurde. Ich habe damals nachgewiesen, dass diese „Mittelform" auf Thiere übertragen zwar nicht in geringeren wohl aber in grösseren Mengen nach einer verlängerten Incubationszeit von 4—6 Tagen den Milzbrand hervorzurufen vermag, eine Angabe, die ich nach neueren Erfahrungen vollkommen bestätigen kann. Von der Uebergangsform I dagegen genügt schon eine geringere Menge zur wirksamen Infection; aber immerhin bedarf es wesentlich mehr davon als von ächten Milzbrandbacterien.

Nach diesen Ausführungen kehre ich zu den Resultaten der Umzüchtungsversuche zurück. Die zuletzt geschilderte Methode der Züchtung im Schüttelapparate mit Anbringung eines Filtrirpapierstreifens an der Wandung führte in den meisten Fällen zur Erlangung der Uebergangsform I, manchmal jedoch bis zu Form II und III, wobei dann die weitere Umzüchtung bis zu den Heubacterien nicht mehr schwer fiel. Da es jedoch auf keine Weise gelang, dieses günstige Ergebniss constant zu erhalten, so musste auch dieser Weg schliesslich als unzulänglich verlassen werden.

Nunmehr konnte nur von einer verbesserten Wahl der Nahrungsstoffe noch Vortheil erwartet werden. Bisher war zu den Züchtungen hauptsächlich Fleischextract verwendet worden, das für die Spaltpilze im allgemeinen das beste Nahrungsmittel darstellt. Es ist jedoch zu bedenken, dass die Milzbrandbacterien als Krankheitspilze an andere Ernährungsweise, an Eiweisslösungen gewöhnt sind und desshalb gerade im Thierkörper am allerbesten gedeihen. Aus diesen Erwägungen kam ich dazu, Eiweisslösungen zur Cultur zu verwenden. Man musste sich allerdings sagen, dass in solchem Nährmaterial die Ueberführung bis zu den ächten Heubacterien niemals gelingen könne, da die letzteren in Eiweisslösungen als solche gar nicht vermehrungsfähig sind. Allein die schwierigste Aufgabe war hier immer der erste Schritt und auf diesen musste hauptsächlich die Bemühung gerichtet sein.

Die mit Anwendung der Eiweisslösung verbundene Absicht ist nun vollständig realisirt worden, und die Züchtung der Milzbrandbacterien unter diesen Bedingungen ist in der That das gesuchte Mittel, um die Pilze mit Sicherheit in kürzester Zeit in die Uebergangsform II umzuwandeln und ihre infectiöse Wirksamkeit ganz ausserordentlich zu vermindern. Der Wunsch, dieses wichtige Ergebniss von anderer Seite bestätigt zu sehen, möge es entschuldigen, wenn ich auf die Versuchsanordnung etwas detaillirt hier eingehe.

Zur Bereitung der Eiweisslösung nahm ich ausschliesslich Eigelb. Selbstverständlich kann dasselbe nicht sterilisirt werden, und es sind desshalb fortwährende Controlversuche nöthig, um klar zu legen, ob nicht von Seite des Eigelbs in störender Weise Pilze in den Versuch eingeführt werden. Diese Controlversuche zeigen denn, dass man das Eigelb ganz wohl zu solchen Zwecken verwenden kann. Gegenüber dem Eier-Eiweiss besitzt dasselbe ausserdem den

grossen Vortheil, dass es sich in wässerigen Flüssigkeiten leicht vertheilt und seine löslichen Bestandtheile an dieselben abgibt. In viel höherem Masse als bei frischen Eiern ist diess bei den sogenannten Kalk-Eiern der Fall, die durch Aufbewahren in Kalkwasser conservirt sind, und diess ist der Grund, wesshalb ich nur die letzteren zum gegenwärtigen Zwecke empfehlen kann.

Die Eintragung des Eigelbs in die oben beschriebenen pilzfreien Züchtungsgläser mit 20 ccm Fleischextractlösung geschieht vermittels Glasröhren von 4 mm Durchmesser im Lichten, die zuerst auf ausfliessendes Eigelb kalibrirt, alsdann im Dampfkessel pilzfrei gemacht, und nun wie gewöhnliche Pipetten verwendet werden. Die Menge von Eigelb bei diesen Versuchen betrug stets 1 ccm Eigelb für jedes Züchtungsglas, somit $^1/_{20}$ von der Menge der Fleischextractlösung.

Derartige Eiweisslösungen sind nun (ohne weiteren Zusatz) wohl geeignet zur Vermehrung aber noch nicht zur Umänderung der Milzbrandbacterien, wie sich sogleich zeigen wird. Bringt man reine Infectionspilze (entweder direct aus der Milz eines an acutem Impf-Milzbrand verendeten Thieres, oder vorher noch in Fleischextract reincultivirt) in dieselben bei 36° C. zur Aussaat, so zeigt sich nach 24 Stunden anscheinend gar keine Veränderung. Die Flüssigkeit ist gerade wie unmittelbar nach der Bereitung derselben gelblich gefärbt und dicht trüb von den suspendirten Eigelbpartikelchen; am Boden befindet sich ein Absatz von specifisch schwereren und gröberen Theilchen. Die mikroskopische Untersuchung ergibt jedoch, dass eine Vermehrung der ausgesäten Pilze stattgefunden hat. Es finden sich nicht in den höheren Schichten der Flüssigkeit, wohl aber, wenn man dieselbe umschüttelt und so auch die tiefen Schichten zur Untersuchung bringt, Milzbrandfäden und Stäbe in nicht sehr grosser Zahl, etwas breiter als im Thier-

körper, aber sonst unverändert und insbesondere ohne Eigenbewegung, wesshalb dieselben eben nur am Grunde sich vermehren. Ueberträgt man dieselben ein zweites Mal in die gleiche Eiweisslösung, so ist nach 24 Stunden der Erfolg der nämliche und ebenso bei einer dritten und vierten Uebertragung u. s. w. Keine Veränderung der Eigenschaften macht sich bemerkbar. Es stimmt diess überein mit der geringen Vermehrung, welche in solchen Eiweissflüssigkeiten stattfindet und die den blossen Zusatz von Eigelb zur Fleischextractlösung trotz des so bedeutend vermehrten Nahrungsmateriales als sehr wenig förderlich, eher als nachtheilig erscheinen lässt.

Die Ursache dieser ungünstigen Wirkung des Eiweisses konnte in der geringen Diffundirbarkeit desselben durch pflanzliche Membranen liegen. Die entsprechende Abhülfe musste dann Zusatz einer gewissen Menge von Alkali zur Eigelbmischung gewähren, wodurch die Diffusionsfähigkeit beträchtlich erhöht wird.

In der That ist der Zusatz von Alkali zur Eiweissflüssigkeit der entscheidende Punkt, auf den es ankommt. Die Vermehrung der ausgesäten Milzbrandbacterien wird hiedurch eine ungemein reichliche, und eben dadurch vollzieht sich denn mit einem Schlage eine merkwürdige Umänderung in ihrer Natur.

Die richtige Menge von Alkali zu diesem Zwecke ist 2 ccm $^1/_{10}$ Normal-Natronlösung[1]) auf 20 ccm der Fleischextract-Eigelbmischung. Doch führt auch Zusatz von 1 oder 3 ccm in der Regel zum gewünschten Erfolge. 4 ccm jedoch beeinträchtigt bereits die Entwicklung der Pilze.

---

1) Meine Normal-Natronlösung ist so gestellt, dass 1 ccm derselben zur Neutralisirung von 1 ccm Normal-Oxalsäure genügt, welche durch Auflösen von 63 g Oxalsäure in 1 Liter dest. Wassers hergestellt wird.

Bei Aussaat von Milzbrandbacterien in solche alkalische Eiweisslösungen zeigt sich in der Regel schon nach 24 stündigem Verweilen bei 36° C. eine auffällige Veränderung, indem statt des gleichmässig trüben Aussehens der nicht inficirten Controlgläser die Flüssigkeit entweder im Ganzen oder vorzugsweise in den oberen Schichten eine milchige Beschaffenheit und eine gelblich weisse entschiedene Färbung annimmt. Bei stärkerer Ausbildung dieser Erscheinung sondert sich die Flüssigkeit in drei verschiedene Schichten. Die oberste besitzt das Aussehen einer dichten, gelblich weissen glänzenden Masse, die am besten mit einer Mischung von Eidotter und Milch oder gelblichem Rahm zu vergleichen ist. Diese Schichte nimmt die Hälfte der Flüssigkeitshöhe ein oder mehr. Darunter folgt ein trübes gelbliches Serum, und am Grunde ein dichter Absatz von gröberen Eidotterpartikelchen. Diese Erscheinung ist die Wirkung einer Fermentthätigkeit der Pilze, welche Gerinnungen des Eiweisses veranlasst. Die ganze obere rahmartige Schichte besteht aus Eiweissgerinnseln, deren Schwimmfähigkeit auf einen relativ beträchtlichen Gehalt an mechanisch eingeschlossenem Fett schliessen lässt.

Die mikroskopische Untersuchung liefert ein höchst merkwürdiges Ergebniss. Je mehr die Erscheinungen ausgebildet sind, umsomehr Pilze findet man an der milchig werdenden Oberfläche. Zuletzt, wenn die Rahm-artige Schicht sich völlig entwickelt hat, ist die Menge der Pilze in jedem der Oberfläche entnommenen Präparat eine ausserordentlich grosse, so dass beinahe an eine wirkliche Pilzhaut gedacht werden kann. Die Formen dieser Pilze sind wesentlich diejenigen der Milzbrandbacterien, nur meist nicht unerheblich breiter. Je nach der Entwicklung der Cultur überwiegen entweder (in den früheren Stadien) die einfachen oder Doppelstäbchen (Breite 1,0—1,5 μ, Länge der einfachen Stäbchen 4,5 – 6,0 μ), oder (bei fortgeschrit-

tener Entwicklung) längere mehrgliedrige Fadenstücke, hie und da auch lange Fäden. In manchen Fällen kann ein Präparat von der Oberfläche ganz täuschend das Aussehen einer Probe aus der Milz eines milzbrandigen Thieres zeigen, da die längeren Stäbe und Fadenstücke, wie dort zwischen die Gewebselemente, so hier zwischen die Eiweissgerinnsel verfilzt sind. Die Contouren der Stäbchen und Fäden sind ebenso zart wie jene der Milzbrandbacterien. Ihre Enden sind in frischem Zustande abgerundet, nach dem Antrocknen und Färben mit Anilinbraun scharf abgesetzt, aber nicht schwach verdickt wie jene der Milzbrandbacterien. Der wichtigste Unterschied gegenüber den letzteren besteht aber darin, dass diese Stäbe nun Eigenbewegungen zeigen. Diese Bewegung ist nicht so rasch, dass sie als Schwärmen bezeichnet werden könnte. Die Pilze sind dabei immer noch ganz gut mit dem Mikroskop zu verfolgen, obwohl die Bewegung häufig den Charakter eines ruhelosen und lebhaften Umhersuchens annimmt. Allein die Ortsveränderungen können wegen der hemmenden Eiweissgerinnsel, an welche die Pilze fortwährend anstossen, nicht sehr bedeutend sein. Es kommt vor, dass das ganze Gesichtsfeld mit solchen umhersuchenden ganz gleichmässigen kurzen, sehr breiten Stäben erfüllt ist, und es gewährt dies einen sehr eigenthümlichen Anblick. Die Art der Eigenbewegung ist im Uebrigen die gleiche wie bei den Heubacterien: vor- und rückwärts Gehen und Rotiren um verschiedene und wechselnde Achsen, was bei den winkelig zusammenhängenden Doppelstäbchen den täuschenden Anschein der Schlängelung hervorruft.

Sehr auffallend ist in morphologischer Beziehung nur noch die Erscheinung, dass die Sporen dieser Pilze, die sonst in jeder Hinsicht den Sporen der Milzbrand- und Heubacterien analog sind, eine ganz ausserordentliche Länge im Verhältniss zum Querdurchmesser besitzen. Bei so

grossen Pilzformen und bei den jetzigen optischen Hülfsmitteln (ich benützte homogene Immersion $^1/_{16}$ Seibert) kann darüber, dass, was ich hier beschreibe, wirklich die Sporen sind, nicht der mindeste Zweifel bestehen. Denn die Beobachtung vermag, da sich in jedem der Eiweissgläser an der Oberfläche Sporen in ungeheurer Menge entwickeln, mit voller Zuverlässigkeit ausgeführt werden. Es beträgt die Länge der Sporen, welche sonst bei den Milzbrand-Heubacterien das dreifache des Querdurchmessers nicht überschreitet, hier bis zum fünffachen desselben (0,7 μ breit, 3,5 μ lang) wodurch anstatt der sonst vorhandenen Neigung zur Eiform wahre Sporen-Stäbchen entstehen; in allen anderen Beziehungen (starkes Lichtbrechungsvermögen, Entstehung in der Mitte der Zelle) besteht völlige Analogie mit den gewöhnlichen Sporen. Uebrigens sind keineswegs alle Sporen so lange gestreckt; vielmehr existiren Uebergänge von gewöhnlichen kürzeren zu jenen länglichen Formen, und oft kann man im selben Faden Sporen von verschiedener Länge beisammen sehen.

Zum Beweise, dass diese Pilzform, die ich — nur bis zur unten folgenden Feststellung ihrer Natur einstweilen — kurz als „Eiweissbacterien" bezeichnen will, aus den Milzbrandbacterien abstammt und nicht von Pilzen, die mit dem Eigelb zufällig eingeführt werden, theile ich folgende Versuche mit.

1) 20 Saftgläschen mit je: 20 ccm 0,5 Procent Fleischextract + 1 ccm Eigelb + 2 ccm $^1/_{10}$ Normal-Natronlauge — davon 10 inficirt mit M i l z b r a n d - M i l z (zerrieben und mit pilzfreiem Wasser verdünnt), die 10 übrigen nicht inficirt.

Nach 36 Stunden: Controlgläser Aussehen unverändert, mikroskopisch keine Pilze zu finden. Von den inficirten Gläsern zeigen 6 eine ausgebildete obere Gerinnungsschichte,

4 nur einen milchigen Rand. In allen finden sich mikroskopisch die oben geschilderten „Eiweissbacterien."

2) 18 Saftgläschen je: 20 ccm 1 Procent Fleischextract + 1 ccm Eigelb + 2 ccm $^1/_{10}$ Normal-Natronlauge — davon 9 inficirt mit Milzbrand-Milz wie oben, die übrigen 9 nicht inficirt.

Nach 36 Stunden: Controlgläser im Aussehen unverändert, mikroskopisch in 2 davon vereinzelte dünne Stäbchen, in den übrigen keine Pilze. Von den inficirten Gläsern 2 total milchig, 3 zeigen obere Gerinnungsschichte, 4 nur einen weisslich gelben Gerinnungsrand. In allen finden sich mikroskopisch „Eiweissbacterien."

3) 12 Saftgläschen je: 20 ccm 0,5 Procent Fleischextract + 1 ccm Eigelb, ferner zu je 4 und 4 Zusatz von 1, 2, 3 ccm $^1/_{10}$ Normal-Natronlauge. Die Hälfte inficirt mit reincultivirten Milzbrandbacterien, die Hälfte nicht inficirt.

Nach 24 Stunden: Controlgläser Aussehen unverändert, in einem traubenförmig angeordnete Micrococcen, in einem anderen ein paar dünne kurzgliedrige Fäden gefunden, die anderen pilzfrei. Von den inficirten Gläsern, die mit 2 und 3 ccm Natronlauge versetzten milchig: „Eiweissbacterien." Die mit 1 ccm versetzten anscheinend unverändert; nach dem Umschütteln spärliche Milzbrandbacterien.

4) 15 Saftgläschen je: 20 ccm 0,5 Procent Fleischextract + 1 ccm Eigelb, ferner zu je 5 und 5 Zusatz von 2, 3, 4 ccm $^1/_{10}$ Normal-Natronlauge, diesmal vor dem Erhitzen im Dampfkessel. 9 Gläser inficirt mit reincultivirten Milzbrandbacterien. 6 Gläser nicht inficirt.

Nach 36 Stunden: Controlgläser Aussehen unverändert, mikroskopisch keine Pilze. Von den inficirten Gläsern zeigen

die mit 2 ccm Natronlauge versetzten ausgebildete obere Gerinnungsschichte, die mit 3 ccm versetzten sind milchig, die mit 4 ccm unverändert. In allen, mit Ausnahme der letzteren mikroskopisch „Eiweissbacterien."

Zu diesen Versuchen bemerke ich noch, dass dieselben nicht etwa aus einer grösseren Zahl von mehr oder minder geglückten als die günstigsten ausgewählt sind, sondern, dass ich überhaupt keine misslungenen Versuche zu verzeichnen hatte. Der Erfolg tritt jedesmal ein, doch nicht immer bis zu demselben Grade; oft ist die Veränderung nur sehr gering ausgesprochen, kann aber alsdann durch eine zweite Züchtung in der gleichen Nährlösung sicher deutlich gemacht werden.

Aus diesen Resultaten geht, wie ich glaube, mit vollständiger und jeden Einwand ausschliessender Gewissheit hervor, dass die „Eiweissbacterien" direct von den Milzbrandbacterien abstammen. Gegen die Aussaat mit Milzbrand-Milz könnte man einwenden, dass hier möglicher Weise noch andere Pilze mit eingeführt werden. Durch die Aussaat reincultivirter Milzbrandbacterien in anderen Versuchsreihen wird dieses Bedenken beseitigt. Denn ich habe schon mehrfach hervorgehoben, dass gerade die Milzbrandbacterien, weil sie die Fleischextract-Lösung klar lassen, absolut sicher und überdiess sehr leicht reincultivirt werden können. Auch der Umstand, ob man die Natronlauge erst nach der Sterilisirung der Fleischextract-Lösung oder vorher zusetzt, ändert nichts an dem Erfolge.

Es handelt sich nun um die weiteren Eigenschaften der aus den Milzbrandbacterien erzielten Pilzform. Zur Erledigung dieser Frage müssen die „Eiweissbacterien" in verschiedene bekannte Nährlösungen übertragen werden.

1) Eiweisslösung. Bereitung wie oben mit Eigelb, jedoch ohne Zusatz von Alkali. Es zeigt sich

die wichtige Erscheinung, dass die „Eiweissbacterien" nunmehr die Fähigkeit besitzen, auch in nicht alkalischer Eiweissflüssigkeit genau dieselben Veränderungen hervorzurufen, wie die Milzbrandbacterien nur bei Alkalizusatz, d. h. Bildung einer weissgelblichen, Rahm-artigen schwimmenden Gerinnselschichte mit stärkster Pilzvermehrung an der Oberfläche. Das Wachsthum ist dabei ein ungemein rasches und die Veränderung nach 20 Stunden jedesmal schon auf ihrem Höhepunkt; die Pilze sind also nunmehr auf diese Ernährungsweise angepasst. Bemerkt muss werden, dass jedesmal im Gefolge dieser intensiven Pilzentwicklung die Cultur einen schwach fauligen Geruch erhält (wie älterer Schweizerkäse, aber keine Beimengung von H_2S). Dass keine Fäulnissbacterien vorhanden sind, ergibt nicht nur die mikroskopische Untersuchung, sondern vor Allem die Controlzüchtung in verschiedene klare Nährlösungen. Es ist ganz sicher, dass diese Production flüchtiger Riechstoffe nur der chemischen Thätigkeit der „Eiweissbacterien" zugeschrieben werden darf. Ich habe mich in sehr vielen Fällen ganz bestimmt von diesem Sachverhalte überzeugt.

2) Fleischextractlösung, 1 procentig. Das Wachsthum gestaltet sich nach Ablauf der Entwicklung genau so wie es oben in der Uebersicht für die Uebergangsform II angegeben wurde. Zu erwähnen ist, dass bei dieser Ernährungsweise die Sporen nicht mehr so lang gestreckt sind wie im Eiweiss, sondern die gewöhnlichen Dimensionen der Milzbrand-Heusporen besitzen.

3) Heuaufguss (nach Roberts; 1,004 sp. G.) schwach sauer. Verhalten ebenso wie bei Uebergangsform II. Spärliches Wachsthum mit Randbildung.

4) Thierkörper; weisse Mäuse. Von 10 Mäusen wurden 2 mit je 1 cmm einer mit pilzfreiem Wasser durch

Zerreiben 100 fach verdünnten Milzbrand-Milz inficirt. Tod an Milzbrand nach 20 und 24 Stunden. Von dem gleichen Infectionsmaterial wurde in Eiweissgläschen mit Alkali ausgesät. Nach 24 Stunden noch ungenügende Pilzmenge. Desshalb übertragen in ein zweites Eiweissglas, diesmal ohne Alkali-Zusatz. Nach 20 Stunden an der Oberfläche wie immer ausserordentliche Menge milzbrandartiger Bacterien und Sporen. Von dieser oberflächlichen Schichte nunmehr je 20 cmm auf die 8 übrigen Mäuse subcutan übertragen. Alle diese Thierchen zeigten sich niemals krank und blieben am Leben.

Nehmen wir an, der Pilzgehalt der oberflächlichen Eiweissschichte sei halb so gross gewesen als jener der Milzbrand-Milz, was gewiss nicht zu viel ist, so ergibt sich hieraus, dass die in alkalischem Eiweiss gezüchteten Pilze eine mehr als tausendfache Abschwächung der infectiösen Wirksamkeit zeigen. Im Interesse der gegenwärtigen Frage lag es natürlicher Weise nicht, zu untersuchen, ob auch durch grösste Impfmengen nicht Milzbrand erzeugt werden könnte. Das negative Resultat mit dem tausendfachen der gewöhnlichen Impfmenge ist hier entscheidend; jeder Experimentator, der diese Versuche wiederholt, wird bestätigen können, dass die grössten für gewöhnlich als zulässig betrachteten Impfmengen von diesen veränderten Milzbrandbacterien unwirksam sind.

Damit, dass die Milzbrandbacterien in eine deckenbildende, mit Eigenbewegung begabte und infectiös sehr wenig wirksame Uebergangsform umgeändert sind, ist der wesentliche Theil der Ueberführung in die ächten Heubacterien erledigt. Die weitere Umwandlung vollzieht sich unter denjenigen Bedingungen, die ich in meiner früheren Mittheilung angegeben habe.

Zum Schlusse gebe ich eine Uebersicht der drei hier untersuchten Haupt-Pilzformen, woraus deren Wachsthumsverhalten in verschiedenen Medien zu entnehmen ist. Nach den Resultaten meiner Untersuchungen muss ich die ganz bestimmte Ueberzeugung aussprechen, dass diese drei Pilzformen lediglich Anpassungsformen ein und desselben Organismus, des Bacterium subtile sind[1]).

	Milzbrand-bacterien	Uebergangs-form II	Heubacterien
1 Procent Fleisch-extract	Lösung klar Wolken am Grund.	Lösung flockig getrübt, lockere, schleimige Decke, Flocken u. Deckenstücke am Grunde.	Lösung klar, feste, weisse, trockene, schwer unterzutauchende Decke.
Heuaufguss schwach sauer[2])	Keine Vermehrung	Bildung eines spärlichen weissen Randes an der Oberfläche der Flüssigkeit.	Trockene, schwer benetzbare, meist gerunzelte oder bestäubt aussehende Decke.
Thierkörper	In sehr geringer Menge infectiös: Milzbrand.	In tausendfacher Menge unwirksam; in noch grösserer infectiös: Milzbrand.	In den grössten Mengen unwirksam.

1) Auf die morphologischen Fragen werde ich, wie erwähnt, in einer demnächstigen Mittheilung eintreten. Auf das absprechende Urtheil, welches neuerdings über meine Untersuchungsresultate gefällt wurde, beabsichtige ich an anderm Ort eine eingehende Beantwortung zu geben.

2) Die Bereitung des Heuaufgusses ist hier nach dem oben S. 149 angegebenen Verfahren vorausgesetzt.

Sitzung vom 4. Februar 1882.

Herr C. W. Gümbel legt vor und bespricht eine Abhandlung:

„Beiträge zur Geologie der Goldküste in Afrika."

Der stolze Name „Goldküste"[1]), welchen ein Theil des westafrikanischen Küstenstrichs in Oberguinea bei seiner Entdeckung durch die Portugiesen im 15. Jahrhundert wegen seines grossen Reichthums an Gold erhalten hatte, schien in neuerer Zeit fast ganz in Vergessenheit gekommen zu sein, nachdem erst an die Stelle des Eintauschgeschäftes von edlem Metall der weit einträglichere Handel mit dem „schwarzen Gold" — den Negern — getreten und dann später durch das Verbieten des Sklavenhandels der Verkehr mit diesem Lande mehr und mehr lahm gelegt worden war. Viel trug zu dieser nach und nach eintretenden geringeren Beachtung dieses Küstenstrichs auch der Umstand bei, dass der Reihe nach goldreiche Lagerstätten in anderen, weniger ungesunden Ländern, namentlich in Amerika—Brasilien, Mexiko, in neuerer Zeit

1) Vergleiche die vorzügliche Schrift: Die Zukunft des Goldes von Eduard Suess 1877 S. 308.

im Westen der vereinigten Staaten, dann in Australien und Südafrika aufgefunden und ausgebeutet wurden, wodurch der Zug der Goldsucher dahin abgelenkt wurde.

So sank die Goldausfuhr von der Goldküste, welche gegen Ende des 15. Jahrhunderts noch etwa 3000 kg betrug, in neuerer Zeit bis auf die Hälfte herab.[1]) Es bedurfte daher einer Combination von Umständen, um in neuester Zeit die Aufmerksamkeit wieder mehr diesem merkwürdigen Länderstriche zuzuwenden und den alten Namen neu aufleben zu lassen. Das rasche Sinken der Goldproduktion in den meisten Schwemmlandgebieten der verschiedenen Goldländer und die mindestens nicht gesteigerte Ausbeute an Gold aus den Goldgängen des westlichen Nordamerikas eifern immer mehr zum Aufsuchen neuer Lagerstätten an, welche gemäss den Nachrichten aus dem hohen Alterthume in Uebereinstimmung mit den Berichten todesmuthiger Afrikareisender ohne allen Zweifel gegen das Innere des schwarzen Erdtheils zu gefunden werden müssen. Insbesondere war es der neuerliche Vorstoss der Aschantivölker gegen die Goldküste und das dadurch wachgerufene siegreiche Vordringen der Engländer bis tief in das Binnenland, welche in den letzten Jahren die Kenntniss dieser Länderstriche wesentlich förderten und Veranlassung gaben, in der That auch neue goldreiche Ablagerungen hier zu entdecken.

Es ist vornämlich das Verdienst des erst neulich in Tacquah im Wassaugebiete verstorbenen, kühnen J. Bonnat, welcher 1866 bei seinen Forschungen in die Gefangenschaft der Aschanti gerathen und nach Kumassi geschleppt, endlich 1874 bei dem Kriegszuge der Engländer dort wieder in Freiheit gesetzt, mit erneuertem Muthe und Eifer seine Untersuchungen daselbst fortsetzte. Es glückte ihm auch

---

1) Ad. Soetbeer in Erg. H. zu Petermann's geogr. Mitth. 57.

bald am Ankobrah-Fluss reiche, von den Eingebornen emsig bearbeitete Goldablagerungen zu entdecken, zu deren rationellen Ausbeute er auch sofort eine Gesellschaft bildete. Ihm verdanken wir auch eine erste genaue Karte dieses Flussgebiets[1]). Der Misstand jedoch, dass die im Flussgebiete des Ankrobrah 2—2½ m unter der Oberfläche liegenden, goldhaltigen Schichten bei dem zur Regenzeit eintretenden hohen Wasserstande überschwemmt und die zur Gewinnung des Goldes abgeteuften Schächte jedesmal überfluthet und vom Wasser erfüllt wurden, wodurch die Arbeit eine andauernde Unterbrechung erleiden musste, veranlassten J. Bonnat, auf die etwa 20 km weiter östlich vom Ankobrah liegende Hügelkette bei Tacquah im Wassau-Distrikt, wo gleichfalls Gold von den Eingeborenen gegraben wurde, seine Forschungen auszudehnen. Er fand auch hier eine über Erwarten reiche Bildung von zu Tag ausstreichenden, goldführenden sog. Quarzgängen und eröffnete sofort einen erfolgreichen Goldbergbau, neben dem bald noch mehrere andere in der Nähe, namentlich die Baue der Effuenta Gold Coast Goldmining Company unter der Direktion eines Deutschen, des Herrn Paulus Dahse, aufblühten

Ueber die näheren geologischen Verhältnisse dieses goldführenden Gebiets ist in neuerer Zeit sehr wenig mehr bekannt worden, als der kurze Bericht, den P. Merian's[2]) nach den vom Missionär Rus mitgebrachten Gesteinsproben mitgetheilt hat. J. A. Skertchly[3]), welcher 1877 einen

1) Chart of the river Ankobra (Gold Coast) 1877.

2) Bericht ü. d. Verhandl. d. naturf. Ges. in Basel. V. S. 99.

3) A visit to the Goldfields of Wassaw in Journ. R. geogr. Soc. 48. 1878. S. 274. Ausser einigen Zeitungsnachrichten ist mir sonst nichts geologisch Bemerkenswerthes bekannt geworden. Doch mag ein oder die andere Notiz versteckt in einer englischen Zeitschrift ent-

Theil dieses Landes durchforscht hat, giebt zwar an, dass dieses waldige Hügelland in mässiger Erhebung bis zu 120 m im Norden hauptsächlich aus Quarz, im Süden aus Basalt bestehe, aber nähere geologische Nachweise fehlen, und es ist nicht unwahrscheinlich, dass dunkles Hornblendegestein von diesem Forscher für Basalt angesehen wurde. Auch Lenz[1]) beschränkt sich auf einige kurze Bemerkungen, in welchen das Vorkommen Hornblende-führender Schiefer hervorgehoben wird. P. Dahse verbreitete zuerst einiges Licht über die Gesteine der Tacquah-Hügel, indem er in einem von E. Behm[2]) mitgetheilten Briefe die Gesteine der Tacquah-Goldregion mit jenen von Gongo Soco der Minas Geraës und von St. John del Rey Mining Company Brasiliens vergleicht und angiebt, dass die „Quarz-Riffe" in NNO. — SSW. Richtung auf 12 Miles weit fortstreichen. Weitere Nachrichten gab derselbe dann in einem mir vorliegenden Raport of the Effuenta Gold mines 1879 auszüglich in folgender Darstellung: „Tacquah am Fusse der Tacquahhügelkette ist die grösste Ortschaft in Wassau, welcher Distrikt 1874 zu England kam. Sie liegt zwischen 5° 20′ NB. und 1° 60′ WL. Die Tacquahhügel erstrecken sich von NNO. nach SSW. und sind näher bekannt von der Ortschaft Arbowassu in 14,4 km NNO. von Tacquah bis zu der kleinen Ortschaft Tamso, ungefähr 4,8 km SSW. von Tacquah, also auf eine Gesammtlänge von 19,2 km. Die Formation dieser Kette gehört offenbar mindestens zwei verschiedenen Perioden an. Wo jetzt die Tacquahberge sind, da muss ehedem das Bett eines Flusses oder ein Meer gewesen sein. Die Einwirkung

halten sein, die mir entgangen sein kann; was ich zum Voraus entschuldigend bemerken will.

1) Verhandl. d. k. geolog. Reichsanst. in Wien. 1878. S. 52, 79, 119; 148 und 168.

2) Petermann's geogr. Mitth. Bd. 26. 1880 S. 177.

von fluthendem Wasser ist ersichtlich durch die ausgewaschenen Quarzkiesel, welche bald gross, bald klein in verschiedenen Lagen durch Titaneisen oder Titaneisensand verkittet eingeschlossen sich finden. Später muss eine vulkanische Einwirkung stattgefunden haben; durch diese sind Brüche, Zerreissungen und Zerspaltungen in den Schichten entstanden, welche jetzt von unzähligen Quarzadern ausgefüllt, wie ein Netzwerk die Schichten durchsetzen. Eine weitere Ueberschwemmung scheint wahrscheinlich zur Tertiärzeit stattgefunden zu haben, durch welche die gegenwärtigen Lagen von durchweg Gold-haltigen Kiesellagen auf dem WNW.-Abhang des Bergs gebildet wurden.

Die Tiefe der Goldadern kennt man noch nicht, da auch jetzt selbst in den tiefsten Schichten die Grundlage oder Gesteinsunterlage noch nicht erreicht ist. Da Gold nun siebenmal schwerer ist als Quarz, so müssen die reichsten Lagen auf dem Untergrund gefunden werden.

Die gegenüber stehende Kette in WNW. der Tacquahhügel besteht nur aus Schiefer mit ziemlich steilem Einfallen und da dieser Schiefer unter die Tacquah-Formation einfällt und als deren Unterlage betrachtet werden muss, so ist zu erwarten, dass die reichsten Goldlager auf diese unterliegenden Gesteine zu finden sein werden und zwar ein paar hundert Fuss tiefer als die gegenwärtig tiefsten Gruben. Aber ausser diesem mächtigen, goldführenden Lager hat Effuenta noch andere Goldquellen. Zwei Hauptgänge von Quarz streichen in S.-Richtung durch das Feld und ein Stück aus dem obersten Theil des Ganges enthält nach der Probe wirklich Gold. Es ist bereits erwähnt worden, dass die ganze Effuenta- oder Tacquah-Kette von sich durchkreuzenden Quarzadern durchzogen werde, welche ohne Zweifel nicht weniger goldhaltig sein werden, wie die goldführenden Quarzschichten, die, über

den ganzen W.NW.-Abhang verbreitet, ihr Gold nur aus diesen Gängen erhalten haben können.

In den Quarzschichten des Tacquah-Thals wurde jahrjährlich von den Eingeborenen Gold gewaschen, ohne dass eine Verminderung des Metalls sich zeigt. Wenn man geeignete Pumpen anwendet, muss es leicht sein, Schächte bis auf den Thalgrund abzuteufen, wo die Quarzlager sicher viel reicher sein müssen. Die alten Baue der Eingeborenen erstrecken sich über die ganze Länge des Feldes und liegen meist auf dem Bergrücken, nur einzelne in der Nähe des Thals.

Die Eingeborenen wissen nämlich nichts von Pumpen und vom Haspel und können desshalb keine tieferen Schächte im Thal abteufen, weil sie hier auf Wasser stossen, das sie nicht zu heben verstehen, obgleich sie wissen, dass die reichsten Lagen in oder selbst unter der Thalsohle sich finden. Desshalb legen sie ihre Schächte auf den Höhen der wälderreichen Hügelkette an, wo sie nur gegen Regenwasser, nicht aber gegen das Grundwasser zu kämpfen haben. Die Gruben der Eingeborenen sind in der Regel bei 3 m Breite 3,6 m tief und gehen alsdann der Neigung der Schichten folgend noch 10 m tiefer, wo die Härte des Gesteins dem Bauen ein Ziel steckte u. s. w. Die Mächtigkeit der goldführenden Schichten mag einige hundert Fuss betragen, und ihr Gehalt wenigstens in den oberflächlichen Partien ist sehr beträchtlich, bei einer Probe sogar 33,75 Unzen auf die Tonne. Andere Proben gaben 0,2—0,75 Unzen auf die Tonne Gestein."

Ueber die Beschaffenheit der das Gold beherbergenden Gesteine ist in diesem Berichte keine nähere Angabe enthalten. Es war mir daher sehr erfreulich, durch die Güte des Herrn P. Dahse eine Anzahl von Gesteinen sowohl von den Goldminen der Tacquahhügel, wie auch aus anderen Gegenden der Goldküste, in welchen Herr Dahse die Ge-

steine selbst gesammelt hat, zur Untersuchung zu erhalten. So relativ klein die Zahl der mir vorliegenden Gesteinsproben gegenüber der Grösse des Landes, aus dem sie stammen, ist, so wirft doch die Untersuchung auch dieser wenigen Stücke ein helles Licht auf die geologische Zusammensetzung dieses Küstenstrichs und bringt ganz unerwartete Aufklärung über die Natur der goldführenden Lagen, welche man sich in der Regel nicht anders, als in Form einer Anschwemmung oder eines Ganges vorzustellen pflegt. Es dürfte daher dieser wenn auch kleine Beitrag zur Geologie der Goldküste für die Wissenschaft nicht unwillkommen sein, für die Praxis der Goldgewinnung in diesen Ländern aber einigen Nutzen gewähren.

Die sämmtlichen mir vorliegenden Gesteinsproben der Goldküste gehören mit Ausnahme einer einzigen Sandsteinbildung, welche aus der Umgegend von Accra stammt, krystallinischen Urgebirgsfelsarten, namentlich Quarzit-, Hornblende-, Diorit- und chloritischem Schiefer, Phyllit- und Pegmatitartigem, grobkörnigem Granite an. Es wird dadurch wahrscheinlich gemacht, dass die im Gebirgslande von Oberguinea nach ziemlich zahlreichen Nachrichten weit verbreiteten Urgebirgsfelsarten wie Granit, Diorit, Porphyr und krystallinischer Schiefer auch das Gebiet der Goldküste beherrschen und hier bis zum Meere vordringen. Daraus ergiebt sich von selbst die innige Beziehung, welche sich zwischen diesen Ländern rücksichtlich des Vorkommens von reichen Goldablagerungen bemerkbar macht.

Es ist hervorzuheben, dass unter den sämmtlichen, mir vorliegenden zahlreichen Quarzproben keine einzige ist, welche mit Sicherheit als aus einem Gang stammend sich zu erkennen gäbe, insbesondere müssen die goldhaltigen Stücke ausnahmsweise als solche bezeichnet werden, welche durchweg dem geschichteten Quarzit und Quarzitschiefer sich anreihen.

Wenn daher die Reiseberichte fast ausnahmslos von goldreichen Quarzgängen sprechen, so ist das immer mit Vorsicht aufzunehmen, weil die meisten Reisenden von vorne herein nur von Goldadern oder -Gängen gehört haben und von dieser Vorstellung befangen, anstehendes goldführendes Gestein überhaupt als gangförmig anzusprechen pflegen, was auch in Tacquah nach dem Vorausgehenden der Fall zu sein scheint und Grund ist von der unklaren Vorstellung, welche man sich hier über das Goldgestein und die Art des Goldvorkommens gemacht hat.

Eine zweite Kategorie von Goldlagerstätten bilden neben den Gängen die Alluvionen, die Anschwemmungen, aus welchen wohl das meiste Gold durch den Waschprocess selbst von den unkultivirtesten Völkern seit unvordenklichen Zeiten gewonnen wurde. Solche Alluvionen finden sich vorherrschend in den Flussthälern. Doch kommen auch ausserhalb den Thalvertiefungen, selbst in gebirgigen Gegenden goldhaltige, oberflächliche Ablagerungen vor, welche durch eine Verwitterung und Zersetzung des im Untergrund anstehenden, das Gold enthaltenden Gesteins oder durch die Abschwemmung solcher aufgelockerten Felsarten entstanden sind. In dem Gebiet der Goldküste sind es hauptsächlich solche Anschwemmungen, sowohl an der Küste und in den Flussthälern als auch in den höherliegenden, mehr hügeligen Gegenden, aus welchen die Neger das Gold gewinnen. Dass aber stellenweis eigenthümliche Verhältnisse herrschen, unter welchen das Gold vorkommt, geht schon daraus hervor, dass manche von den Eingeborenen ausgebeutete Goldgruben, nicht einfach senkrecht abgeteuft sind, wie es bei Alluvialablagerungen der Fall sein müsste, sondern unter einem schiefen Winkel nach der Tiefe zu abgesenkt sind, was darauf hindeutet, dass in solchen Fällen die Baue nach den Schichtenlagen eines zersetzten, goldführenden, unter einem schiefen Winkel ein-

Breite ausgedehnt den regelmässigen Verlauf der Schichtung unterbricht. Solche Putzen verleihen, wenn sie häufiger auftreten und eine rundliche Form annehmen, dem Schiefer ein conglomeratartiges Aussehen. An solchen Quarzausscheidungen pflegen auch grössere Anhäufungen der glimmerartigen Schuppen sich einzustellen, welche jedoch nicht rein für sich isolirt werden konnten, um eine Analyse vorzunehmen. Die vorgenommenen Versuche zeigen, dass dieses Mineral durch Schwefelsäure zersetzt wird und ein kieselsäurereiches, kalihaltiges Thonerdesilikat aus der Gruppe des weissen Glimmer darstellt.

Die kleinen Eisenglanzkörnchen liegen entweder zerstreut und zu kleinen Häufchen gruppirt zwischen den Quarztheilchen oder bilden dicht aneinander geschlossen derbere Streifchen und Lagen von tiefschwarzer Farbe zwischen helleren Quarzschichten. Ein geringer Gehalt an Titan deutet auf eine Beimengung von Titaneisen. Magneteisen konnte nicht sicher nachgewiesen werden, doch wirkt das Gestein im Grossen sehr schwach auf die Magnetnadel. Das Gold kommt als ein accessorischer Gemengtheil fein eingesprengt sowohl in den quarzigen wie eisenglanzreicheren Streifchen in dünnen Blättchen, rundlichen Kügelchen (vielleicht erst durch die Gewinnungsart abgerundet) und in kleinsten Körnchen vor. An letzteren bemerkt man oft eine plattförmig verzerrte oktaëdrische Krystallform. Doch sah ich auch einzelne mehr regelmässige Oktaëderchen mit abgestumpften Kanten bis zu einem Gewicht von über 1 mgr. Das Gold ist zum Theil so fein vertheilt, dass man es mit unbewaffnetem Auge nicht erkennen kann, selbst wenn man das Gestein befeuchtet. Solche Theilchen lassen sich schwierig durch den Schlämmprozess gewinnen und diesem Umstande ist es wohl zuzuschreiben, dass man durch die nasse Ausbereitung nicht den ganzen Goldgehalt des Gesteins zu gewinnen im Stande ist. Es sollen die ge-

wonnenen Gesteine der Effuenta-Goldmine im grossen Durchschnitte 0,2 Unzen[1]) auf die Tonne Gold enthalten. Nach meinen Versuchen lässt sich das fein vertheilte Gold nahezu vollständig durch Behandlung mit Chlorwasser ausziehen. Ich möchte diese Methode der bei der Entgoldung der Kiesrückstände schon im Grossen erprobten Extraktion auch für das fein vertheilte Gold des Tacquah-Gesteins als geeignet erachten, die grossen Verluste des Schlämmprozesses zu vermeiden.

Es ist wohl kaum zweifelhaft, dass die zahlreichen Goldalluvionen der Goldküste bis tief ins Innere von Afrika hinein, aus welchen durch Schlämmen Gold gewonnen wird, dem gleichen oder ähnlichen Urgebirgsschiefer ihren Ursprung verdanken und dass sie aus der oberflächlichen Zersetzung oder Auflockerung solcher goldführenden Schichtgesteine des Itabirits oder goldhaltigen Kieses der Hornblendeschiefer durch die natürliche Separation des fliessenden Wassers, nicht aber aus der Zertrümmerung von Quarzgängen erzeugt worden sind. Darauf deutet mit Bestimmtheit die fast beständige Vermengung des afrikanischen Goldstaubs mit Eisenerzkörnchen, wie Raffenel's[2]) und Dupuis[3]) Berichte andeuten. Auch in Tacquah selbst finden sich beide Arten des Goldvorkommens neben einander vor, in den Anschwemmungen, welche aus der Verwitterung der zu Tage ausgehenden Itabiritfelsen entstanden sind, und in den ursprünglichen goldführenden Gesteinsschichten des Itabirits. Beide wurden, wie aus den mitgetheilten Berichten hervorgeht, auch schon von den Eingeborenen bearbeitet, die letzteren jedoch nur in den Fällen, in welchen die goldführenden Schichtgesteine in Folge einer bis zu meist nur

---

1) 1 Unze = 31,1 Gramm.

2) Voyage dans l'Afrique occidentale en 1843 et 1844.

3) Journal of a residence in Ashantee 1824.

geringer Tiefe reichenden Zersetzung so mürbe und leicht zu bearbeiten waren, dass selbst die Neger mit ihren unvollkommenen Werkzeugen noch eindringen konnten.

Es liegen mir mehrere, fast mit den Fingern zerdrückbare Proben von Tacquahgestein vor, welche reich an Gold sind und ganz unzweideutig erkennen lassen, dass sie nichts anderes sind, als mürber, aufgelockerter Itabirit. Diess erklärt nun auch zur Genüge die Schilderung der Art, wie die Eingeborenen ihre Schächte schief, nämlich nach dem steilen Einfallen der Gesteinsschichten abgeteuft haben. In der Tiefe, in welcher das Gestein anfängt in Folge geringerer Zersetzung fester zu werden, mussten aber die Neger ihre Arbeiten einstellen.

Die Entdeckung einer an sich sehr seltenen Gesteinsart — des Itabirits — und die Thatsache, dass dieser Itabirit auch als das Muttergestein goldführender Einlagerungen in dem Goldküstengebiet sich erweist, gewinnen, abgesehen von dem allgemeinen wissenschaftlichen Interesse eine grosse praktische Wichtigkeit. Das Vorkommen des Goldes in ausgebreiteten, mächtigen, weit fortstreichenden Urgebirgsschichten, nicht auf vereinzelnten Quarzgängen, wie man bisher vermuthete, scheint mir diesen westafrikanischen Goldfeldern eine bis jetzt weit unterschätzte Bedeutung zu verleihen und für die nächste Zukunft den Weg vorzuzeichnen, der im Stande ist, uns zu einer langandauernden Bezugsquelle von Gold hinzuführen. Denn weder die, wenn auch noch so weit verbreiteten und stellenweise reichen, aber gewöhnlich nicht sehr mächtigen und bald erschöpften, sekundären Ablagerungen der Goldalluvionen sind es meiner Ansicht nach, bei welchen auf einen andauernden Bezug von Gold gerechnet werden darf, noch können die meist schmalen, selten weit aushaltenden, steil gestellten, nach der Tiefe zu schwierig und kostspielig zu bearbeitenden Goldgänge als die Quellen gelten, aus welchen für

dauernde Zeiten der Bedarf an Gold geschöpft werden kann. Vielmehr scheinen nur diejenigen Schichtgesteine der krystallinischen Gesteinsreihen, welche Gold eingesprengt enthalten, bei ihrer meist beträchtlichen Mächtigkeit, bei ihrer streichenden Ausdehnung über weite Länderstrecken oft in mehrfacher Wiederholung der Lagen und bei ihrem Niedersetzen in höchst beträchtliche Tiefen trotz ihres relativ geringeren Gehaltes allein die Garantie für eine nahezu unerschöpfliche Goldgewinnung zu bieten. Auf ihnen dürfte daher die Zukunft des Goldbezugs beruhen. Bei dem in neuerer Zeit eingetretenen raschen Rückgang der Goldproduktion aus den Anschwemmungsfeldern, namentlich den australischen, und bei der wenigstens sich nicht steigernden Ausbeute im westlichen Nordamerika richten sich die Blicke mehr und mehr wieder den Goldfeldern Afrika's zu und wenn es auch hier früher vorherrschend Goldseifen waren, die reiche Ausbeute lieferten, so hat es doch alle Wahrscheinlichkeit für sich, dass der wahre Goldreichthum dieses Erdtheils nicht blos an der Goldküste, sondern auch im Lande der Aschanti, im Gebiete von Wangara, Bûre, Bambûk, am oberen Senegal u. s. w. auf dem Vorkommen krystallinischer, goldführender Schiefergesteine beruht, und dass der geregelte Bergbau auf diesen Lagerstätten eine grosse hoffnungsvolle Zukunft hat. Dass die Urgebirgsfelsarten in Afrika eine grossartige Verbreitung besitzen, lässt sich aus vielen Reiseberichten entnehmen, dass aber insbesondere auch der sonst spärlich gefundene, so ausgezeichnete Itabirit — vielleicht noch an vielen Stellen goldhaltig — dabei eine grosse Rolle spielt, beweist das Auffinden dieses Itabirits-Schiefers auch im Okande-Land an den Stromschnellen des Ogowai in Südguinea, wie es scheint unter ganz ähnlichen Verhältnissen, wie im Wassaugebiet, von welchem Lenz[1]) berichtet.

1) Verhandl. d. k. geol. Reichsanstalt in Wien 1878. S. 148 und 168.

Aus dem Tacquah-Gebiet liegt mir, wie ich wiederholt bemerken will, kein einziges Gesteinsstück vor, das auf das Vorkommen goldführender Quarzgänge sich deuten liesse. Es durchsetzen zwar den Itabirit nicht selten Quarzadern, wie das bei krystallinischen Schiefern so oft vorkommt, es sind das aber keine eigentlichen Erzgänge, sondern nur untergeordnete Kluftausfüllungen und Sekretionen des Schiefers.

Aus dem benachbarten Gebiete der Tacquah-Hügel stammen weiter eine Reihe von Quarzitschieferproben, die beweisen, dass die krystallinischen Schiefer sich auch über einen im Osten von Tacquah gelegenen Gebirgszug ausdehnen. Nach Herrn Dahse's Mittheilung trifft man auch hier goldreiches Gestein an, welches bereits von einer Londoner Firma in Bearbeitung genommen ist. Der Fundpunkt scheint in die NO.-Streichlinie der Schichten von Tacquah zu fallen und eine Fortsetzung dieses Hügelzugs zu bilden. Eine Gesteinsprobe mit Goldspuren aus diesem Zuge gehört einem sehr feinkörnigen, ins Dichte übergehenden, jedoch dünn gestreiften Quarzitschiefer mit reichlichen Glimmerbeimengungen an.

Westlich von Tacquah tritt Phyllit auf und setzt eine ziemlich hohe Bergkuppe zusammen. Dieser Phyllit ist grünlich gefärbt, chloritisch und zeigt auf den Schichtflächen eine feine Parallelfaltelung in der ausgezeichnetsten Weise. Durch Verwitterung und Zersetzung entsteht aus demselben eine weiche, thonige, rothe Masse, welche Einigem von dem, was man unter der Bezeichnung Laterit zusammenfasst, gleich kommt. Magneteisen ist reichlich in diesem Phyllit eingesprengt, ebenso finden sich kleine, intensivblaue Nädelchen vor, welche wahrscheinlich aus Cyanit bestehen.

2) Ankobrahgebiet.

Etwa 20 km im Westen der Tacquah-Hügel schneidet das Thal des Ankobrahflusses mit steilen Uferrändern tief ins Land ein. Auf der Sohle des schmalen Thals werden von der Mündung des Bonsah aufwärts gegen Aodua, wie im Bonsah-Thale selbst, zahlreiche, sehr ergiebige Goldseifen betrieben, welche jedoch, wie schon früher erwähnt wurde, den Ueberschwemmungen zur Regenzeit ausgesetzt sind. Jenseits des Flusses hebt sich das Land wieder zu einem höheren Gebirgszug und auch hier wird bei Mankuma Gold aus anstehendem Gestein gewonnen, welches den Gegenflügel zum Tacquahzug zu bilden scheint.

Der Ankobrahfluss mündet unfern Axim ins Meer. Etwa 40 km oberhalb seiner Mündung steht goldreiches Quarzgestein an. Ein daher stammendes Stück von derbem Quarz mit reichlich eingesprengten Goldblättchen zeigt deutlich Uebergänge in Quarzitschiefer. Einzelne eingemengte Eisenglanzkörnchen deuten auf seine Zugehörigkeit zur Formation des Itabirits.

Weiter flussabwärts etwa 16 km oberhalb der Mündung treten grosse Felsen zu Tag. Diese bestehen aus einem stark zersetzten braunen Gestein mit vorherrschend dichter felsitischer Grundmasse, in welcher reichlich eingesprengte Orthoklaskryställchen neben Plagioklas und vereinzelnten rundlichen Quarzkörnchen eingebettet liegen. Zahlreiche braune Schuppen ähneln zersetzten Chloritblättchen. Die Felsart gewinnt dadurch ein porphyrähnliches Aussehen; doch deutet eine gewisse streifenweise Anordnung der Gesteinsgemengtheile auf eine sehr dichte Schieferart hin. Magnet- oder Titaneisen ist spärlich, Schwefelkies dagegen reichlich eingesprengt und von seiner Zersetzung rührt hauptsächlich die braune Färbung und der veränderte Zu-

stand des Gesteins her, welche die nähere Untersuchung desselben sehr erschweren. Ob der Schwefelkies dieses Gesteins goldhaltig sei, konnte bei der geringen Menge des zur Verfügung stehenden Materials nicht ermittelt werden.

3) Axim.

An der Meeresküste bei Axim, einem Landungsplatz für diesen Küstenstrich, an der Mündung des Ankobrah-Flusses trifft man vorherrschend grün gefärbte Gesteine. Unter den mir vorliegenden Proben aus dieser Gegend erregt vor allem ein sehr schön ausgebildeter Diorit von mittlerem Korn die Aufmerksamkeit. Er scheint anstehenden Felsen entnommen zu sein. Die übrigen von Axim stammenden Proben sind abgerollte Stücke, darunter ein chloritisches Gestein mit eingesprengtem Schwefelkies. Ein rothgefärbtes, weiches, thoniges Rollstück entspricht dem zersetzten Phyllit, wie er aus der Nähe von Tacquah erwähnt wurde. Es wird angeführt, dass auch bei Axim goldführende Quarzgesteine bis unmittelbar an die Meeresküste reichen sollen.

Ungefähr 20 km in SO. von Axim springt das schmale, spitze Cape three points mit zackigen Felsen weit ins Meer vor. Nach einem aus dieser Gegend kommenden Gesteinsstück herrschen auch hier quarzitische Urgebirgsgesteine. Ein sehr zerfressenes, poröses durch und durch vom Brauneisenstein durchzogenes Stück lässt sich ungezwungen als zersetzter Itabirit deuten. Es ist bemerkenswerth, dass wenn man die Streichrichtung, welche die Schiefer der Tacquah-Hügel einhalten, weiter fortgesetzt sich denkt, diese nahe bei Cape three points die Meeresküste erreichen würde. Vielleicht gehört die erwähnte Probe der Fortsetzung dieser Schieferzone an.

4) Accra.

Aus dem östlichen Theil der Goldküste liegen mir mehrere Gesteinsproben vor, die beweisen, dass auch in dieser Gegend die Urgebirgsfelsarten vorherrschen. Nur unmittelbar an der Küste bei Accra findet sich eine entschieden jüngere Gesteinsbildung, welche aus einem wohlgeschichteten intensivrothen und hellgelb gefärbten Sandstein mit weissen Glimmerblättchen besteht. Derselbe wird als Baustein gewonnen und in Accra verwendet. Lenz[1]) erwähnt diesen Sandstein gleichfalls und gibt an, dass zwischen den Sandsteinbänken fussmächtige Zwischenlagen eines sehr groben Quarzgerölls sich finden und dass die Schichten deutlich unter einem Winkel von einigen 40° nach NO. einfallen. Eine nähere Altersbestimmung dieser Schichten ist bei dem Mangel an Versteinerungen nicht möglich.

Ein ähnlicher Sandstein scheint auch bei Elmina an der Küste anzustehen, den P. Merian[2]) sogar mit Buntsandstein vergleicht.

Die Accra zunächst liegenden Hügel ragen kaum 45—60 m über dem Meere meist in einzelnen getrennten Kuppen aus der Ebene hervor und folgen, wo sie sich zu Höhenzügen zusammenschliessen, einer SO.—NW.-Richtung. Aus einem solchen Hügel etwa 3 km von Accra entfernt, stammt ein feinkörniger, in's Schieferige übergehender Quarzit mit feinen weissen Glimmerschüppchen. Gold konnte darin nicht gefunden werden. Doch sollen nach Herrn Dahse auch bei Accra sich Goldablagerungen vorfinden, die aber zu geringhaltig sind, um einen lohnenden Gewinn abzuwerfen.

1) Verh. d. k. geol. Reichsanst. in Wien. 1878. S. 120.

2) a. a. O. S. 100.

Merian[1]) erwähnt aus der Nähe von Accra von der Küste bei Christiansburg einen feinkörnigen Gneiss, grobkörnigen Granit und als verbreitetste Gebirgsart der Gegend einen granatführenden Hornblendeschiefer. Letzterer soll im Lande der Aschanti's allgemein herrschend sein.

Auch das benachbarte Akuapim-Gebirge beherbergt quarzitische Schiefer und Gesteine. Doch sind die Gesteinsproben aus diesem Gebirge zu unbedeutend, um mehr sagen zu können, als dass auch hier Urgebirgsbildungen vorherrschen.

5) Devil's Hill.

Reichlich sind die Gesteine, welche mir vorliegen, aus einem westlich von Accra gelegenen Küstenstriche, Devil's hill genannt, vertreten. Etwa 10 km vom Fort Winnebah westlich treten verschiedene Felsarten zu Tag, welche in ziemlich gleichbleibender Weise am Meere entlang bis Yentraldo point anhalten und in NO.-Richtung tief ins Innere des Landes fortstreichen. Es sind weit vorwaltend hornblendeführende Urgebirgsschiefer, welche von einzelnen Pegmatitgängen durchsetzt werden. Erstere sind ungemein reich an Arsen- und Schwefelkies, auch Kupferkies fehlt nicht. Wenn daher angegeben wird, dass noch zu Anfang dieses Jahrhunderts von Negern in dieser Gegend aus der oberen Erdschichte bis zu 1—2 m Tiefe sehr viel Gold gewonnen wurde und dass man die Spuren dieser Waschplätze auch heute noch sehen kann, so darf wohl angenommen werden, dass dieses Gold aus der Zersetzung der Kiese abstamme, welche so reichlich hier im Schiefer eingesprengt sind. Doch muss bemerkt werden, dass bei Mamquady, einem Dorfe am Fusse der Devil's hill sehr viel Eisenglanzsand sich findet, der auf das Vorkommen

---

1) a. a. O S. 99.

von Itabirit tiefer landeinwärts hinweist. Auch Zirkon soll sich im Schwemmland an dem Meeresufer vorfinden.

Devil's hill erhebt sich etwa 180 m über dem Meeresspiegel und senkt sich westwärts gegen Yentraldo point, wo ein etwa 100 m hoher Hügel diesen Gebirgszug abschliesst. Im Westen von Yentraldo point ragen an einzelnen Stellen hohe Felsen auf, welche aus quarzitischem Gesteine bestehen und hier und da von Pegmatitgängen durchsetzt werden. Ungefähr 3 km östlich vom Cape Coast und beiläufig 2,2 km vom Meere entfernt taucht ein Hügel, iron mountain genannt, auf, der aus einem eisenreichen Gestein, wie das von den Tacquah-Hügeln jedoch von geringerer Härte bestehen soll.

Kehren wir zur näheren Betrachtung der Devil's hill-Gesteine zurück, so fällt vor Allem ein Strahlsteinschiefer zunächst ins Auge, der in grossartiger Entwicklung vorzukommen scheint. Das Gestein besteht aus Nadeln von fasriger, meist hellgrüner Hornblende, welche stark dichroitisch und von kleinen Hohlräumchen erfüllt ist. Magneteisen ist nur in untergeordneter Weise, noch spärlicher Schwefelkies an der Zusammensetzung betheiligt, dagegen erscheint Quarz gleichsam als Ausfüllungsmasse zwischen den Hornblendenadeln zugleich mit einzelnen Plagioklastheilchen in pegmatitartiger Ausbildung beigemengt.

In anderen Gesteinstücken bildet der Quarz dünne Schichtenstreifchen zwischen den kurzen Nadeln gewöhnlicher dunkler hornblendereichen Lagen und verleiht dem Schiefer auf dem Querbruche ein weissgebändertes Aussehen. Die Vergesellschaftung von Quarz und Hornblende ist in diesem Gebirge eine allgemeine und durchgreifende. In den Quarzzwischenlagen und in den oft linsenförmigen Ausscheidungen stellen sich in beträchtlicher Menge Schwefelmetalle — vorherrschend Arsenkies und Schwefelkies — ein. Auch bildet der Quarz oft derbe, knollenartige Ausscheidungen. In solchen

pflegen dann in der Regel auch Nadeln von schwarzem Turmalin sich einzustellen, mitunter gleichzeitig mit Feldspath und weissem Glimmer. Bei fortschreitender Zunahme von Quarz entwickelt sich aus dem Hornblendeschiefer ein Quarzitschiefer, der in sehr typischen Stücken gleichfalls vorliegt. Die einen dieser Quarzite sind gleichförmig feinkörnig mit nur spärlichen Beimengungen von Glimmerschüppchen, meist aber reichlich durchwachsen von Turmalinnadeln und eingesprengtem Arsenkies. Auffällig ist, dass die langen Turmalinnadeln meist nicht der Schichtung parallel, sondern mehr oder weniger quer zur Schichtung gestellt sind. Auch ein axinitähnliches Mineral wurde bemerkt.

Andere Lagen bestehen aus derbem, glasartig hellem bis milchigtrübem Quarz mit spärlichen Orthoklastheilchen, Glimmerschüppchen und Turmalinnadeln; Arsenkies ist auch hierin sehr reichlich eingesprengt. Solche Quarzgesteine können leicht für Gangmassen angesehen werden, obwohl sie deutlich geschichtet sind. Alle diese Kiese sind etwas goldhaltig. Ihre Zersetzung liefert wohl den Goldgehalt der benachbarten Alluvionen, aus welchen früher Gold gewaschen wurde.

Im Gegensatz zu diesen quarzreichen Schieferarten entwickelt sich auch eine Reihe quarzarmer Gesteine, welche in Chloritschiefer verlaufen. Ein Schiefer dieser Art, etwa 10 km westlich von Winnebah am Fusse der Devil's hill am Meere anstehend, nähert sich einem Diorit mit quarzigen Zwischenlagen. Diese Schiefer enthalten häufig Turmalinnadeln.

Die chloritischen Schiefer zeigen Uebergänge in Phyllit, bei dem auf den Schichtflächen eine ausgezeichnete feine Parallelfältelung sich bemerkbar macht.

In unmittelbarer Nachbarschaft von Devil's hill gesellt sich dem Hornblendegestein auch ein schmutziggrüner Serpentin mit ausgezeichneter netzförmiger Ausbildung, wie

die Dünnschliffe wahrnehmen lassen, bei. Dieser Serpentin ist ausserordentlich reich an Arsenkies, welcher demselben, in körnige Häufchen gruppirt, eingesprengt ist.

Zu diesen krystallinischen Schiefergebilden gesellt sich weiter noch ein geologisch besonders interessantes granitisches Ganggestein, welches in zahlreichen Adern die Schiefer durchsetzt. Es ist ein grobkörniger Pegmatit von sehr mannichfacher Zusammensetzung. Die einen Stücke bestehen bloss aus weisslichem und graulich gefärbtem Quarz und weissem Glimmer, welcher in grossen blätterigen Putzen auftritt. Bei anderen Proben kommt noch nadelförmig ausgebildeter, weisser Plagioklas neben Putzen eines weichen, weissen Thonminerals, welches aus der Zersetzung von Orthoklas hervorgegangen zu sein scheint, hinzu. Bei noch anderen Stücken betheiligt sich auch Turmalin in grossen, schwarzen Nadeln an der Zusammensetzung des Pegmatits. Solche Exemplare gewinnen eine grosse Aehnlichkeit mit Varietäten, wie sie sich in Europa in England, im bayerischen Wald, in Amerika in Canada u. s. w. finden. Es lässt sich erwarten, dass bei genaueren Untersuchungen an Ort und Stelle auch in dem Pegmatit der Goldküste noch andere Mineraleinschlüsse sich werden entdecken lassen, welche an anderen Fundorten im Pegmatit sich einzustellen pflegen.

Ueber eine weitere Reihe von Gesteinsstücken der Goldküste, deren Fundort nicht näher angegeben ist, soll nur im Allgemeinen berichtet werden, dass auch diese ausschliesslich Urgebirgsfelsarten angehören und wie die meisten der bisher näher beschriebenen Gesteine reiche Einsprengungen von Arsen- und Schwefelkies enthalten. Nur zwei Exemplare unter denselben verdienen noch besonders hervorgehoben zu werden. Das eine ist ein Pegmatit, welcher dadurch ausgezeichnet ist, dass der neben Orthoklas und weissem Glimmer an der Zusammensetzung sich

betheiligende Quarz in Krystallen von allerdings rohen Umrissen ausgebildet ist. Bei dem anderen reinen quarzreichen Pegmatit stellt sich Zinnerz, in grossen Körnern eingesprengt, in so beträchtlicher Menge ein, dass das Zinnerz bis zu 22% des ganzen Gesteins ausmacht und wohl geeignet scheint, eine ausgiebige Gewinnung des Zinnerzes in Aussicht zu stellen.

Schliesslich ist noch eine Steinwaffe zu erwähnen, welche nach der Angabe des Herrn Dahse mit anderen, ähnlichen Stücken etwa 1 m unter der Oberfläche in Tacquah ausgegraben wurde. Diese unzweideutig künstlich hergestellte kleine Steinaxt gleicht vollständig den in europäischen Pfahlbauten gefundenen, meiselförmigen Exemplaren, ist 65 cm lang, 18 cm dick, vorn scharfschneidig, schwach bogenförmig zugeführt, auf den Seitenkanten etwas abgeplattet und ohne Stielöffnung. Die Gesteinsmasse, aus welcher diese Steinwaffe besteht, ist eine ziemlich weiche, leicht schabbare, grünliche, durch Verwitterung gelblich gefärbte, chloritische Felsart, welche einem dichten, chloritischen Phyllit gleich kommt. Die weiche Beschaffenheit schliesst einen Gebrauch als Waffe nahezu aus. Auch lassen sich Spuren einer stattgehabten Benützung nicht erkennen. Immerhin ist es interessant, auch in dem schwarzen Erdtheil auf Formen von Steinwaffen zu stossen, welche den prähistorischen in Europa völlig gleichkommen.

Mögen diese wenigen Bemerkungen dazu dienen, auch die deutsche Montanindustrie auf die Wichtigkeit dieses Erdstrichs nachdrücklichst aufmerksam zu machen und zur Anlage einer Handelscolonie zu veranlassen, welche dahin führen könnte und sollte, einen Küstenstrich in dem noch freien Gebiete von Westafrika für Deutschland in Besitz zu nehmen und dadurch sich einen Zugang in das Innere des hoffnungsreichen Landes zu sichern.

Herr C. W. Gümbel theilt nachstehende Abhandlung mit:

„Geologische Fragmente aus der Umgegend von Ems."

Wenn in den nachstehenden Zeilen der Versuch gemacht wird, aus einer schon so vielfach und von so ausgezeichneten Forschern geologisch untersuchten und beschriebenen Gegend einige Mittheilungen zu machen, so kann es hiebei nicht die Absicht sein, etwa die Ergebnisse vorausgegangener Forschungen überholen oder wesentlich Neues an die Stelle setzen zu wollen. Ich berichte vielmehr nur in einer ähnlichen Weise, wie man in einer interessanten Gegend neue Aussichtspunkte aufsucht, von welchen aus sich bei wechselnder Beleuchtung neue lohnende Blicke über die Landschaft gewinnen lassen, manche verdeckte Linien sich bestimmter zu erkennen geben und Contraste schärfer sich hervorheben, einen neuen Standpunkt der Vergleichung gewinnen, um die Gebirgsbildung von Ems in eine, wie mir scheint, bemerkenswerthe Parallele mit den überraschend ähnlichen geologischen Verhältnissen der gleichalterigen Gebilde in dem entfernten Fichtelgebirge, über welche ich in letzter Zeit eingehende Studien angestellt habe, zu setzen. Dieser Versuch, ein bekanntes Bild gleichsam in einem Spiegel neben einem aus fernerer

Gegend zur Erscheinung zu bringen, dürfte selbst den einheimischen Fachgenossen nicht ohne Interesse sein, ihm wenigstens die Befriedigung gewähren, Bekanntes und Analoges in entlegenen Gebieten wieder zu erblicken. Ich bin mir dabei wohl bewusst, dass ein Aufenthalt von nur wenigen Wochen nicht genügt, um alle Einzelnheiten einer Gegend erschöpfend kennen zu lernen; aber indem ich meine Beobachtungen auf einen nur sehr eng begrenzten Fleck beschränke, hoffe ich, nicht zu Vieles übersehen zu haben, was der Beachtung werth und zu einem ausgiebigen Vergleiche zweckentsprechend erscheint. Das Wenige, was ich überdies hinzufüge, möge nur dazu dienen, die versuchte Skizze abzurunden und zu beleben.

Als ich die Gesteinsbildungen, welche an den steilen Gehängen und Thaleinrissen der unteren Lahn in grossartigen Aufschlüssen vorzüglich entblösst zu Tage treten, zuerst näher ins Auge fasste und mit Ablagerungen anderer Gegenden verglich, wurde ich in hohem Grade von der Aehnlichkeit überrascht, welche die quarzitischen Grauwackenbänke und dunkelgrauen, ausbleichenden Thonschieferschichten bei Ems — abgesehen von den näher liegenden Gegenden des rheinisch-nassauischen Gebiets — mit gewissen Schichten im Thüringer Walde und Fichtelgebirge besitzen. Diese Gesteinsanalogie ist so gross, dass mit jedem Stücke, welches ich näher besichtigte, die Erwartung immer aufs Neue in mir wachgerufen wurde, die für das Fichtelgebirg so charakteristischen *Nereiten* auch hier wiederzu finden. Wenn nun auch diese Hoffnung nicht in der Art in Erfüllung ging, dass die so reichlich und auffällig ausgebildeten *Nereiten* des Fichtelgebirgs in gleicher Schönheit und Häufigkeit bei Ems zum Vorschein kommen, so glaube ich mich doch nicht zu irren, wenn ich die schon von Kranz unter der Bezeichnung *Nereites rhenanus*[1]) aus dem benachbarten

1) Verhandl. d. nat. Vereine f. Rheinl. 16. Jahrg. 1859.

Rheinthale beschriebenen Formen hierher rechne und darin analoge Gebilde, wie die *Nereiten* des Fichtelgebirgs, wieder erblicke. Ist es nun richtig, wie ich bereits früher annahm und wie es nach den neuesten gründlichen Nachweisen Nathorst's[1]) kaum mehr als zweifelhaft gelten kann, dass diese Formen nur die Spuren kriechender Thiere darstellen, so wird es nicht auffallen einerseits, dass ganz ähnliche Kriechformen in sehr verschiedenalterigen Ablagerungen immer wieder zum Vorschein kommen, andererseits aber, dass eine absolute Gleichheit der Ausbildung solcher Eindrücke nicht zu erwarten ist und eine Unterscheidung nach Species kaum zulässig erscheint. Selbst innerhalb engerer Distrikte, z. B. im Thüringer-Fichtelgebirgsgebiet besitzt kaum ein Exemplar genau dieselbe Form wie das zweite, obwohl man annehmen darf, dass sie alle von einer Thierart abstammen. Ist daher auch kein sehr grosses Gewicht auf das Vorkommen solcher Reste im Allgemeinen zu legen, so verdient doch immerhin das analoge Auftreten in ververschiedenen Länderstrichen unserè ganze Beachtung. In petrographischer Beziehung zeigen die namentlich zwischen dem Thonschiefer eingelagerten, dünngeschichteten Quarzite der Lahn die grösste Aehnlichkeit mit den Nereitenquarziten des Fichtelgebirgs. Selbst die chloritischen Beimengungen, welche bald in Schüppchen und Blättchen, bald in Flasern und als Ueberzüge über Quarzausscheidungen auftreten, fehlen den schieferigen Quarzitgrauwacken von Ems nicht. Da, wo der Quarzit in dünneren Bänken entwickelt ist, geht derselbe in Grauwackenschiefer über, wird sandig und thonig bis er zuletzt in sandigen Thonschiefer mit zahlreichen kleinen Glimmerschüppchen verläuft. In manchen Lagen stellt sich eine Beimengung von Eisen-Kalk-

1) Om Spår af några evertebrerade djur m. m. och deras paleont. betydelse. Kongl. Svensk. Vetensk. Akadem. Handlingar Bd. XVIII. Nr. 7 1881.

carbonat ein, durch dessen Verwitterung das Gestein eine gelbliche oder rostigbraune Farbe annimmt. Besonders sind es gewisse thonige Grauwackenschiefer, welche durch einen grossen Gehalt dieser meist in langgezogenen Linsen, Flasern und Streifen ausgeschiedenen Carbonate sich bemerkbar machen und damit zugleich auch durch eine Anhäufung von Versteinerungen ausgezeichnet sind. Dieses Eisenkalkkarbonat, aus welchem die festen Gerüste der organischen Einschlüsse bestehen, unterliegt leicht der Zersetzung zu einer ockerigen weichen Masse. Indem diese zersetzte ockerige Substanz häufig weggeführt wird, bilden sich dadurch die bekannten schönen Steinkerne, durch welche die rheinische Grauwacke berühmt ist. Genau derselben Erscheinung, nur weit spärlicher, begegnen wir auch in den quarzitischen Zwischenlagen der Fichtelgebirger Nereitenschiefer. Die Zusammensetzung dieses Karbonats scheint keine constante zu sein, sondern im Gehalt an kohlensaurem Eisenoxydul vielfach zu wechseln. Zwei Proben aus benachbarten Schichten an den sog. Hanselmannhöhlen unterhalb des Kriegerdenkmals bei Ems bestehen in der als Versteinerungsmaterial auftretenden Substanz aus:

1) In der kalkreicheren Probe:

in Salzsäure zersetztes Karbonat	76,83 %
„ „ unzersetzter thoniger Rückstand	23,17 „
	100,00

Die Karbonate enthalten:

Kohlensaure Kalkerde . . .	89,74
Kohlensaures Eisenoxydul .	7,79
„ Manganoxydul .	0,80
Kohlensaure Bittererde . .	1,67
	100,00

2) in der eisenreicheren Probe:

in Salzsäure zersetztes Karbonat	70,05 %
„ „ unzersetzter thoniger Rückstand	29,95 „
	100,00

Die Karbonate enthalten:

Kohlensaure Kalkerde . . .	46,40
Kohlensaures Eisenoxydul .	34,17
„ Manganoxydul .	3,59
Kohlensaure Bittererde . .	15,84
	100,00

Derartige Karbonat- und Petrefakten-reichere Lagen scheinen sich in sehr verschiedenen Regionen der rheinischen Grauwacke mehrfach zu wiederholen und wohl auch, wie diess bereits Koch[1]) nachzuweisen versucht hat, in ihren organischen Einschüssen sich von einander zu unterscheiden. Bei Ems streichen mehrere solcher ausserordentlich versteinerungsreicher Schichten nahe übereinander in einer bestimmten Höhe, den Quarzit des Quellenzugs als Basis des ganzen Schichtensystems angenommen, zu Tag aus. Am leichtesten zugänglich trifft man dieselbe am Fusswege zum Kriegerdenkmal, wo sie zu den sog. Hanselmannhöhlen Veranlassung geben und in steilgeneigten Lagen hinter dem Gödeche'schen Gasthaus ins Thal sich herabsenken, um jenseits an dem Fahrweg nach dem Lahnsteiner Forsthaus gegen Braubach weiterstreichend, fortzusetzen. In entgegengesetzter Richtung ziehen sie sich gegen das Dorf Kemmenau am Gehänge empor, und sind hier an einer Stelle in der Nähe dieses Dorfes überaus reich an organischen Ueberresten entblösst. Diese Stelle ist in der Gegend geradezu unter dem Namen „Versteinerung" bekannt.

Auf dem westlichen Flügel des grossen Sattels der Quellenzugquarzite müssen sie vielfach von den Bauen der Blei- und Silbergruben des Arzbachthales durchfahren wor-

1) Koch, Ueb. die Gliederung der rhein. Unterdevon Schichten zwischen Taunus und Westerwald im Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanstalt. 1880. S. 190.

den sein, denn es liegen sehr Petrefakten-reiche Gesteinsstücke auf den Halden des sog. Neue Hoffnung-Stollens.

Die Mächtigkeit der Zwischenschicht zwischen dem Quellenzugquarzit und diesen tiefsten Petrefaktenlagen beträgt bei Ems ungefähr 100 m. Natürlich ist die horizontale Entfernung der steil einfallenden Schichten eine weit beträchtlichere.

Diese kalkhaltigen Schichten geben an dem Steilgehänge des sog. Baderlei (Concordia-Thurmberg) unterhalb des Kriegerdenkmals zu einer unter der Bezeichnung „Hanselmannhöhle" in Ems als grosse Naturmerkwürdigkeit gerühmten Erscheinung Anlass. Die Sage bezeichnet nämlich



Die Hanselmannhöhlen bei Bad Ems.
h h die Höhlen,
g Kriegerdenkmal.

die zu Tag sichtbaren Aushöhlungen der Felsen, welche unter dem Namen Hanselmannhöhlen bekannt sind, als die Eingänge in weit verzweigte unterirdische Gänge, welche zur Gewinnung von edlen Erzen ins Gebirge hineingetrieben worden seien. Andere halten sie für die früheren Ausflussöffnungen der Emser Mineralquellen. Diese Erklärungen sind aber nicht stichhaltig. Auch abgesehen davon, dass die unzweifelhaft auf die kalkhaltigen Schichten sich beschränkenden Höhlungen in einem Gestein sich vorfinden,

das kein den Gewinn lohnendes Erz, namentlich keine Silber- und Bleierze enthält, lässt es die geringe Höhe der Hohlräume, welche nicht einmal zureichen, um einen Menschen selbst auch in liegender Stellung den erforderlichen Platz für die Träger, viel weniger Raum zum Arbeiten zu gewähren, als absolut unmöglich erkennen, dass wir es hier mit einem alten Bergbau zu thun haben. Nähere Untersuchungen zeigen überdiess, dass die Höhlungen keineswegs tiefer in das Gestein fortsetzen; es sind vielmehr nur seichte unregelmässige Ausbuchtungen. Auch für die Auffassung als frühere Quellenaustrittsöffnungen lässt sich kein Anhaltspunkt gewinnen. Da diese seichten Höhlungen in den verschiedenen nachbarlich über einander liegenden starkgeneigten kalkigen Schichten nahe auf einer gleichen horizontalen Linie sich finden und ganz die Form besitzen, wie solche an steilen Felsen, welche von fliessendem Wasser benagt werden, vorkommen, so dürften diese Löcher wohl als Auswaschungen eines in früheren Zeit beträchtlich höher fliessenden Gewässers in einem damals noch weniger vertieften Thale aufzufassen sein. Dass gerade die kalkhaltigen Lagen allein diese Erscheinung wahrnehmen lassen, beruht eben auf ihrer geringeren Widerstandsfähigkeit gegen chemische und mechanische auf sie wirkende Einflüsse im Vergleich zu den benachbarten thonigen und quarzigen Schichten. Dies gibt sich sehr deutlich an den kalkhaltigen Schichten selbst zu erkennen, welche nur da stark ausgenagt und ausgehöhlt wurden, wo sie sehr kalkreich sind, während die kalkarmen Stellen in Form von vorstehenden Rippen oder Säulchen sich erhalten haben. Dadurch ist auch die unregelmässige Form der Höhlungen selbst bedingt.

Bei den quarzitischen Bänken, welche zerstreut zwischen den Thonschieferschichten eingelagert vorkommen, macht sich eine eigenthümliche Erscheinung bemerkbar. Dieselben

sind nämlich von sehr zahlreichen, meist dünnen Adern weissen Quarzes durchzogen. Die Adern verlaufen der reichlichen Zerklüftung des spröden Gesteins entsprechend vielfach senkrecht zur Schichtung, oft aber auch in Richtungen, welche mit der Zusammenfaltung der Schichten in innigster Beziehung stehen, ohne jedoch aus diesen heraus in dem benachbarten Thonschiefer fortzusetzen. Dieser Umstand deutet darauf hin, dass die offenbar durch eine Art Lateralsekretion entstandenen Quarzmassen nur in den wegen der Sprödigkeit des Quarzites bei den Verrückungen und Biegungen der Schichten mehr oder weniger offen gebliebenen Spalten und Rissen des letzteren offenen Raum zu ihrer Ausscheidung fanden, während der in dem benachbarten Thonschiefer die Spalten nach der erlittenen Zerklüftung sich wieder zusammengeschlossen haben und keinen leeren Raum zur Ansiedelung des Quarzes darboten.

Eine sehr mächtige und eigenartige Quarzitmasse, welche vorläufig bereits als Quellenzugquarzit bezeichnet wurde, setzt die dicken Felsbänke zusammen, aus welchen zunächst die berühmten Emser Quellen aufsteigen. Dieses Gestein ist äusserst fein- und gleichkörnig. Die kleinen, wasserhellen, krystallinischen Quarzkörnchen bilden darin weitaus die Hauptmasse; dazu kommen kleine, opake weisse Quarztheile mit grünlichen Thonklümpchen und schwarzen Körnchen als spärliche Beimengungen, welche vorherrschend in dünnen, den Schichtflächen parallelen Lagen angeordnet sind, so dass das Gestein trotz seines massigen Aussehens aus zahlreichen dünnen Einzellagen sich zusammensetzt, wie quer zur Lagerung genommene Dünnschliffe deutlich zeigen. In einer Mächtigkeit von beiläufig 50 m sind diese dicken Quarzitbänke von den Quellen in steilen, nackten Wänden aufsteigend in einem engen Sattel zusammengefaltet und ziehen sich als eine vorstehende Felsrippe über den Klopp in NO.-Richtung zur sog. „Schöne Aussicht“ bei Kemmenau

und zu dem „Weissen Stein" bei Welschneudorf, anderseits nach SW. über den Mahlberg gegen Frücht hin. Dieser Quarzit ist ausserordentlich arm an Versteinerungen. Er bildet zunächst am Bad Ems das tiefste, dort zu Tag ausgehende Gestein.

Koch[1]) betrachtet diese Bildung in seiner neuesten massgebenden Abhandlung als ein oberes Glied der mittleren Schichten des rheinischen Unterdevons und bezeichnet das Gestein als „Grauwacken-Quarzit" oder „Coblenz-Quarzit." Als unmittelbar darüber lagernd findet sich bei Ems das bereits beschriebene mächtige System von Thonschiefer, welcher mit dem Fichtelgebirger Nereitenthonschiefer petrographisch die grösste Aehnlichkeit besitzt. In ihm bilden schwächere plattige Quarzitbänke und die beschriebene kalkreiche Grauwacke der Hanselmannhöhlen häufige Zwischenlagen. Die meist kieselreichen, thonig-schiefrigen Lagen enthalten in grosser Menge die bekannten Algen: *Chondrites antiquus* Sternb. und *Haliserites Dechenianus* Göpp. Koch nennt sie desshalb „Chondriten-Schiefer" und „Plattensandsteine" und weist ihnen eine Stelle in den oberen Schichten des rheinischen Unterdevon über dem Grauwacke-Quarzit[2]) an. Frisch geförderte Gesteinsmassen dieser Art auf der Halde des „Neuen Hoffnungsstollens" und auf der Pfingstwiese im Arzbachthale enthalten diese Algen, über deren Pflanzennatur wohl kein Zweifel aufkommen kann, in besonderer Schönheit. Ich habe mich vergeblich bemüht in dem ganzen Schiefercomplex, welcher den Gebirgsrücken zwischen Ems und Dausenau, den Concordiaberg, zusammensetzt, dann am Winterberg, Mahlberg, auf beiden Seiten des Arzbachthales und lahnabwärts bei Fachbach und Nievern ausstreicht,

1) A. A. O. S. 211.

2) Wenn H. Maurer (N. Jahrb. 1882 S. 24) diesem Schiefer eine andere Stellung unter dem Quarzit anweist, so entspricht diess wenigstens nicht den Lagerungsverhältnissen bei Bad Ems.

Anhaltspunkte zu einer weiteren Gliederung aufzufinden und ich möchte daher vermuthen, dass diese ganze Reihe als ein zusammengehöriges Ganze dem sog. Chondritenschiefer zuzutheilen sei. Erst mehr westlich von Dausenau taucht der Emser Quarzit wieder aus der Tiefe des Thals empor und bildet einen gegen Welschneudorf und Kirschheimersborn fortstreichenden Rücken. Seine Schichten neigen sich bei Dausenau nach SO., so dass die grüngrauen Schichten, welche weiter lahnaufwärts gegen Nassau am Oberberg und Hömberg mit gleicher Neigung auftreten, das Hangende des Quarzites bilden. Indessen haben diese Schiefer, welche von der Grube Augusta bei Dausenau durchörtert werden, ein gegen die genannten Chondritenschiefer etwas abweichende Beschaffenheit; sie sind entschiedener fettglänzender, feiner und enthalten häufiger Quarzlinsen, an welchen sich ein grünes chloritisches Mineral reichlich ausgeschieden zeigt. Es scheint daher die Annahme Koch's wohl begründet, dass diese Schiefer, obgleich ich in ihnen auf der Halde der Augustazeche bei Dausenau ähnliche Algenüberreste fand wie in den Chondritenschiefern des Arzbachthales, einer normal unter dem Emser Quarzit liegenden älteren Thonschieferstufe, welche Koch als Wisperschiefer bezeichnet, entsprechen. In diesem Falle musste man annehmen, dass bei Dausenau der Quarzit und diese Schiefer in überkippter Stellung[1]) zu einander gelagert sind.

Ehe ich auf die Schichtenstellung dieser Bildungen bei Ems näher eingehe, möchte ich noch einen Blick auf die Fortsetzung der Schiefer lahnaufwärts bis Balduinstein werfen, um auch hier die Analogie in der Entwicklung der

1) Koch zeichnet beide in dem Prof. V. der genannten Abhandlung entgegen meiner Beobachtung als normal zu einander gestellt, d. h. beide nach NW. einfallend.

Mittel- oder Oberdevonschichten mit jenen des Fichtelgebirgs hervorzuheben.

Das mächtige, durch vielfache Faltungen öfters mit denselben Schichten wiederkehrende Schiefersystem von Dausenau aufwärts bis gegen Balduinstein habe ich keiner näheren Untersuchung unterwerfen können. Soviel ich sah, bietet es wenige Verschiedenheiten dar. Erst in Balduinstein selbst lagert sich deutlich über dem Chondritenschiefer der sog. Orthocerasschiefer auf, dessen Identität nach Lagerung, Gesteinsbeschaffenheit und der Art des Vorkommens der Versteinerungen mit dem Wissenbacherschiefer bei Dillenburg nicht zweifelhaft scheint. Im Fichtelgebirg begegnen wir auf ungefähr gleichem Horizonte an der Grenze von Unter- und Mitteldevon einem petrographisch ausserordentlich ähnlichen, an zahlreichen Stellen wenigstens versuchsweise als Dachschiefer benützten, dunkelschwarzen, etwas fettglänzenden, zarten Thonschiefer, der jedoch — soweit bekannt ist —, noch keine organische Reste der Wissenbacher Schiefer geliefert hat, dagegen stellenweise von *Tentaculiten* erfüllt sich erweist und auch noch *Nereiten*, jedoch spärlicher als die tiefer liegenden Schichten, beherbergt. In Balduinstein selbst sind die hier in grossen Dachschieferbrüchen aufgeschlossenen Schiefer ziemlich rauh, sandig und versteinerungsarm.

Die langgestreckten *Orthoceras*-Einschlüsse kommen meist in einer Anzahl von Fragmenten zerstückelt vor, wobei zugleich die einzelnen Trümmer verschoben und auseinandergezogen sind. Diese Erscheinung kann hier mit einer Schichtenverrückung oder Quarzschieferung nicht in ursächlichen Zusammenhang gebracht werden, deutet vielmehr auf Verhältnisse hin, die schon während des Verfestigungsprocesses der Gesteinsmassen wirksam gewesen sein müssen. Bemerkenswerth ist in diesem Schiefer auch das Vorkommen ölgrüner, heller, farbiger Partien von fast serpentin-

ähnlichem Aussehen, welche ihrer Zusammensetzung nach nicht wesentlich von ganz ähnlichen Ausscheidungen des Dachschiefers im Fichtelgebirge verschieden sind.

Verfolgt man den Weg durch das Dorf Balduinstein im Thale aufwärts gegen Schaumburg zu, so stellen sich noch im Orte selbst über dem Dachschiefer Schalsteinschichten ein, welche an der Fahrstrasse nach Schaumburg auf eine weite Strecke hin vortrefflich aufgeschlossen sind. Auch dieser Schalstein entspricht in Zusammensetzung, Ausbildung und Lagerung genau dem Schalstein des Fichtelgebirgs. In Dünnschliffen verhalten sich beide Gebilde zum Verwechseln gleich. In diesem Schalstein finden sich an einer Stelle ungefähr der Burg Balduinstein gegenüber eine Einlagerung von einem rothen porphyrartigen Gestein, wie es scheint, als letzter, schmaler Ausläufer der mächtig entwickelten Porphyrmasse, welche die steile Bergkuppe NO. von Balduinstein bildet. Ausserdem wiederholen sich längs der Strasse mehrfache Einschiebungen von typischem Diabas im Schalstein. Auch diese Eruptivmassen besitzen ganz denselben Charakter, wie die des Fichtelgebirgs und legen ein glänzendes Zeugniss ab für die Uebereinstimmung, welche auch in der lithologischen Beschaffenheit der gleichalterigen Eruptivgesteine räumlich weit auseinanderliegender Gegenden ausgedrückt ist.

Mit diesem Schalstein tritt auch eine Kalkbildung in engste Beziehung, welche gleichfalls bei dem Dorfe Balduinstein in einem Steinbruche aufgeschlossen, unter der Schlossruine fortzusetzen scheint und als eine Zwischenlagerung im Schalstein aufzufassen sein dürfte. Dass wir hier eine analoge Kalkbildung, wie jene mitteldevonische bei Hof im Fichtelgebirge vor uns haben, unterliegt nach Gesteinsbeschaffenheit und Lagerung kaum einem Zweifel. Die vortreffliche v. Dechen'sche Karte bezeichnet diesen Kalk bei Balduinstein geradezu als Eifeler Kalk. Daraus

ergibt sich für das Fichtelgebirg die ausserordentlich wichtige Schlussfolgerung, dass auch im letzteren Gebirgsstocke der Eifeler Kalk durch die Schalsteinkalke von Hof und O. Hartmannsreuth vertreten ist, was sich ohne diese Parallele kaum hätte feststellen lassen, weil das Gestein an organischen Einschlüssen sehr arm ist.

Ich will mich bei einer näheren Schilderung der schon so vielfach beschriebenen Schalsteinbildung, wie solche an der Strasse nach Schloss Schaumburg in grosser Gesteinsmannigfachheit vortrefflich aufgeschlossen ist, nicht aufhalten und erwähne nur im Vorübergehen, dass man sie auf dem Waldweg zu dem grossen Basaltbruche unterhalb des Schlosses beinahe bis zum anstehenden Basalt verfolgen kann. An der Hauptstrasse bedeckt höher aufwärts Gehängeschutt meist das anstehende Gestein und nur an einer kleinen Entblössung etwa auf halber Höhe des Bergs tritt auch der oberdevonische Kalk (Kramenzelstein) mit denselben wabenförmigen Auswitterungshöhlungen, wie sie sich im Clymenienkalk des Fichtelgebirgs einstellen, zu Tage, so dass wir damit die ganze Reihenfolge des devonischen Systems fast mehr oder weniger vollständig entwickelt sehen.

Wir kehren zur näheren Betrachtung des merkwürdigen röthlichen porphyrähnlichen Gesteins zurück, das, wie schon erwähnt wurde, eine mächtige Bergkuppe NO. von Balduinstein ausmacht. Koch[1]) nennt es in seiner neuesten Publikation Lahn-Porphyr, offenbar um die Eigenartigkeit der Gebirgsart hervorzuheben. Dieses Gestein ist, abgesehen von örtlichen Modifikationen, röthlichbraun gefärbt und enthält in der feinkrystallinischen Hauptmasse sehr reichlich eingesprengte, fleischrothe, durchsichtige, säulenförmige Krystalle von Orthoklas und kleinen Körnchen von

1) Vergl. a. a. O. S. 213; Prof. Taf. VI, Prof. VI.

Magneteisen. Makroskopisch tritt kein weiterer Gemengtheil sichtbar hervor. In Dünnschliffen erweist sich die Hauptmasse als eine Zusammenmengung sehr kleiner Feldspathnädelchen, welche, obwohl gestreift, i. p. L. nur einfärbig sich zeigen, mit einer körnigen, etwas trüben, i. p. L. wie Quarz sich verhaltenden Mineralsubstanz, die auch hier und da in etwas grösseren, wasserhellen Ausscheidungen von unregelmässiger Umgrenzung auftritt. Dazwischen lagern noch feinkörnige Häufchen eines grünlichen chloritischen Minerals, spärlich kleine, stark dichroitische Hornblendenädelchen und sehr reichlich feinste Magnetitkörnchen, welche oft streifenweise angehäuft, dem Gestein ein dunkelgestreiftes Aussehen verleihen. Eine eigentliche glasige, amorphe Zwischenmasse hat sich nicht bestimmt nachweisen lassen. Im Allgemeinen besitzt das Gestein grosse Aehnlichkeit mit dem sog. Keratophyr des Fichtelgebirgs, neigt sich aber entschieden mehr dem typischen Porphyr zu und unterscheidet sich von den meisten Varietäten des letzteren nur durch das Fehlen deutlicher Quarzkrystallausscheidungen und durch den Mangel an Glimmer.

Die Bauschanalyse ergab als seine Zusammensetzung:

	I.	II.
Kieselsäure }	68,75	68,54
Titansäure }		1,36
Thonerde . . .	11,40	9,49
Eisenoxyd . . .	4,30	8,60
Eisenoxydul . . .	3,30	3,23
Mangan	Spuren	—
Bittererde . . .	1,46	0,42
Kalkerde	1,24	0,54
Kali	4,22	5,11
Natron	5,37	3,14
Glühverlust . . .	0,30	0,30
	100,34	100,73

Des Vergleiches wegen ist unter II die Analyse des petrographisch sehr ähnlichen Porphyrs (Felsitporphyr.) von dem benachbarten Altendiez beigesetzt nach Senfter[1]), woraus die analoge, wenn auch nicht völlig gleiche Zusammensetzung erhellt. Sicherlich gehören aber diese Porphyre ein und derselben Bildungszeit an. Die Höhe des Kieselsäuregehaltes, welche jene des Orthoklases weit übersteigt, setzt es ausser Zweifel, wie auch die chemische Analyse erkennen lässt, dass Quarz als Gemengtheil auftritt. Man kann diess noch deutlicher für das Auge bemerkbar machen, wenn man Flusssäure kurze Zeit auf einen Dünnschliff wirken lässt, wobei der Quarz in Form feinvertheilter Unebenheiten stehen bleibt, während der Feldspath weggefressen erscheint. Ausserdem lässt der relativ hohe Gehalt an Natron auch auf die Betheiligung von Oligoklas an der Zusammensetzung des Gesteins schliessen.

Was nun die Lagerungsverhältnisse der Devonschichten zunächst um Ems anbelangt, so macht sich hier der gewölbartige Aufbruch des Quarzites an den Mineralquellen ganz besonders bemerkbar. Der Quarzit bildet in dieser Stellung die Basis aller zu Tag ausstreichenden jüngeren Schichten und steht augenscheinlich mit dem Auftreten der Mineralquellen in innigem genetischem Zusammenhange. In einem zweiten, viel weniger schroff aus der Thalsohle aufragenden Gewölbe etwas westlicher, in der Nähe des englischen Hofes, wiederholt sich die Quarzitaufbiegung, während gegen OW. bei Dausenau der Gegenflügel sich erhebt und zwar hier mit SO.-Einfallen, wie schon erwähnt wurde, unter dem lahnaufwärts vorliegenden älteren Wisperschiefer, also in überkippter Lagerung, hervortritt.

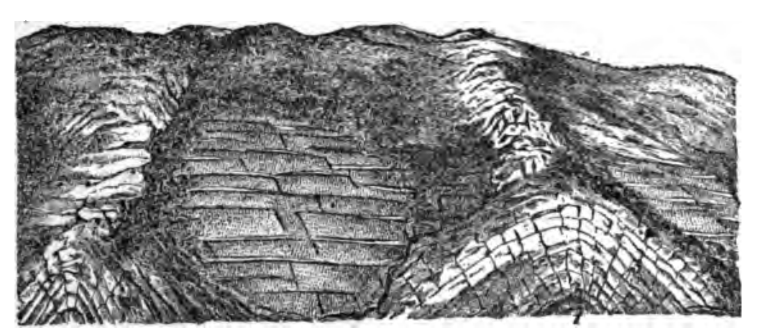
Der Quarzit des Quellengewölbes erhebt sich in dem steilen, felsigen Gehänge riffartig vorragend und ist durch

---

1) Inaug. Dissert. Zur Kenntniss des Diabases 1872. S. 44.

den Quellenbau in einer hohen Felswand Schichte für Schichte aufgeschlossen.

Kloppberg.



Nebensattel im Quarzit. Weinberge. Hauptsattel und Quellenspalten im Quarzit

Der Quellenberg in Bad Ems.

Die dicken Bänke, aus welchen das Schichtengewölbe der Mineralquellen sich aufbaut, setzen, soweit ich dies sehen und ermitteln konnte, bis in die grösste Tiefe der Quellenfassung, z. B. an der Augusta-Felsenquelle nieder, werden aber von einzelnen, wenig mächtigen Thonschiefer- und thonigen Quarzitschiefer-Zwischenlagen begleitet. Die tiefste aufgeschlossene Thonschieferschichte an der Augustaquelle (1 der Zeichnung) ist dunkelschwarz, sehr mürbe in Folge von Zersetzung des in derselben vorkommenden Schwefelkieses mit Ausblühungen von Bittersalz und Eisenvitriol. Eine zweite Lage etwas höher an der Felswand (2 der Zeichnung) zeichnet sich ganz besonders durch grossartige Salzauswitterungen aus. Zunächst liegt der Gedanke nahe, dass diese Auswitterungen in Folge der im Schiefer eindringenden und verdunstenden Mineralwässer sich erzeugt hätten. Eine Analyse derselben aber ergab, dass diese Ausblühungen fast ausschliesslich aus B i t t e r s a l z bestehen, dem nur geringe Mengen von Gyps, Chlornatrium

und Eisenvitriol beigemengt sind. Diess ist um so bemerkenswerther, als die Emser Mineralquellen gar kein Bittersalz und nur geringe Quantitäten von schwefelsauren Alkalien[1]) enthalten sollen. Diese Salze müssen sich demgemäss in der betreffenden Schicht selbst durch Zersetzungsprocesse erzeugen, ohne zu dem Quellenwasser zu gelangen und den Bestandtheilen desselben sich beizumischen.

In einer dritten noch etwas höher liegenden thonigen Quarzitschieferschicht (3 der Zeichnung), zu der man über die steil vorspringenden Felszacken emporklettern kann, zeigt sich eine merkwürdige bläulichgrüne krustenartige Auswitterung, welche aus Eisen-Kupfervitriol und Gyps zusammengesetzt ist und augenscheinlich von der Zersetzung des in dieser Lage reichlich in breiten Streifen vorkommenden Kupferkieses abstammt. Da wo der Ostflügel des Gewölbes sich niederzieht, stellen sich mehrere Quarzitschieferzwischenlagen ein. In ihnen finden sich zahlreiche kohlige, völlig zerstückelte Pflanzenreste, welche theils parallelstreifig und blattartig geformt, theils stammartig, calamitenähnlich gerippt sind und ganz den Eindruck von Landpflanzen-Ueberresten machen.

Das stark gekrümmte Quarzitgewölbe, dessen Krümmungsradius ich auf 50—60 m schätze, ist ungleichseitig nach O. etwas stärker geneigt, als nach W. und in grossartiger Weise, der Starrheit des Materials entsprechend, radial zerklüftet und zersprengt. Man sieht die oft breit klaffenden Spalten sich hoch an dem Gehänge emporziehen, ohne dass sich eine auffallende Verwerfung der Schichten bemerkbar machte.

Diese Klüfte setzen wohl ohne Zweifel in grössere Tiefe nieder und sie sind es, durch welche es bedingt wird, dass die Emser Mineralquellen gerade an dieser Stelle einen

1) Nach der Analyse der H. Geh. R. Dr. Fresenius.

Ausflusskanal aus der Tiefe bis zur Oberfläche gefunden haben und hier zu Tage treten. An den Felsenquellen kann man deutlich das Aufsteigen der Quellen auf diesen Klüften beobachten. Bestätigt wird dies durch die Thatsache, dass in der Richtung der stärksten Wölbung des Quarzites und nach dem Streichen der Klüfte auch der Quellenzug von den Felsenquellen quer durch das Lahnbett, in welchem zahlreich aufsteigende Gasblasen das Hervorbrechen von Mineralwasser beweisen, zu der sog. neuen Quelle, dann gegen die englische Kapelle und Villa Flora fast ununterbrochen fortsetzt. Dass das tiefe Einschneiden des Lahnthales in dieses Quarzitgewölbe das Emporsteigen des Mineralwassers wegen des verminderten Gegendruckes mitbedingt und erleichtert, ist von sich selbst verständlich.

Wir stehen hier vor einer jener merkwürdigen Quellenerscheinungen, welche ebenso sehr durch den Gehalt an eigenthümlichen Salzen wie durch die hohe Temperatur unser Interesse fesseln. Den hohen Gehalt an Natriumcarbonat neben verhältnissmässig nur geringen Mengen an anderen Carbonaten theilen die Emser Quellen mit nur einigen wenigen anderen Mineralwässern, wie Vichy, Carlsbad etc. Ausser Kochsalz treten die sonst in Mineralquellen häufigen Salze, namentlich die schwefelsauren hier in höchst auffallender Weise zurück, während ausserdem nur noch freie Kohlensäure in bedeutender Menge beigemischt ist. Woher stammen alle diese so eigenthümlich vergesellschafteten Salze und Gase? Wir können kaum an die Auslaugung eines Lagers in der Tiefe denken, auf welchem diese Salze schon als solche vorräthig abgesetzt sich vorfänden und aus welchen die Quellen, wie es bei manchen Natronseen nachweislich der Fall ist, ihren Gehalt beziehen könnten. Am zutreffendsten dürfte die Vorstellung über die Entstehung des Natriumscarbonats sein, dass eine grossartige Zersetzung natriumhaltiger Gesteine im Untergrunde

stattfinde. Gesteine der benachbarten, zu Tage tretenden oder zunächst im tieferen Untergrunde vorauszusetzenden Schichtencomplexe enthalten aber derartige Gemengtheile wohl kaum in zureichender Menge, um so enorme Quantitäten von Natriumcarbonat zu liefern, wie sie die gewiss seit Jahrtausenden fliessenden Quellen hier zu Tage fördern. Dagegen werden wir durch den hohen Gehalt des Laacher See-Wassers[1]), das bei einem Gesammtsalzgehalt von 0,219 in 1000 Th. Wasser

0,113	kohlensaures Natrium,
0,018	Chlornatrium,
0,010	schwefelsaures Natrium,
0,054	kohlensaurer Kalk,
0,021	kohlensaure Bittererde,
0,003	Kieselsäure
0,219	

enthält, auf gewisse vulkanische Gesteine hingewiesen, welche wohl geeignet sind, durch ihre Zersetzung unter Mitwirkung von Kohlensäure Natriumcarbonat in reichlichster Menge zu liefern. Fand ja auch Silvestri[2]) bei dem Ausbruche des Aetna 1865 Natriumcarbonat als weisse Rinden auf den Laven reichlich ausgewittert und auch Heim[2]) wies dieselbe Ausscheidung bei dem Vesuvausbruche vom Jahre 1872 nach.

Die besonders natriumreichen Mineralien Nephelin, die Sodalithgruppe und Leucit, welche häufig in vulkanischen Gesteinen vorkommen, wären hierbei zunächst ins Auge zu fassen. Nephelin, Hauyn, Nosean, Leucit finden sich auch in den vulkanischen Gesteinen der mittelrheinischen Gebirge in Trachyt, Phonolith, Basalt, Lava u. s. w. in namhafter

1) Bischof. G. Chem. Geol. I. 1863. S. 316.
1) Jahrb. f. G. M. P. 1870. S. 259.
2) Zeitschr. d. d. geol. G. 1875. S. 23.

Menge und es erscheint gewiss nicht sehr gewagt, wenn man zur Erklärung des Natriumgehaltes der Gewässer dieser vulkanischen Gegenden, namentlich des Laacher See's, auf die Zersetzung dieser Natronmineralien hinweist. Wie verhält es sich aber mit den Emser Mineralquellen, welche bereits ausserhalb des eigentlichen Bereichs dieser vulkanischen Gebiete liegen? Man könnte für diese unter der Voraussetzung des gleichen Ursprungs ihrer Salze aus zersetzten Mineralien vulkanischer Gesteine die Annahme machen, dass eine Zuleitung aus den entfernteren vulkanischen Gebirgen auf weit fortstreichenden Spalten stattfände. Es scheint mir aber selbst diese Annahme nicht gerade nothwendig. Denn die letzten Ausläufer der vulkanischen Gebilde reichen bis in die nächste Nähe von Ems. Kaum 2 km in NO.-Richtung vom Bade in der Nähe südlich des Dorfes Kemmenau bricht eine kleine Basaltkuppe und 1 km in gleicher Richtung weiter im N. von Kemmenau eine zweite Basaltkuppe zwischen den unteren Devonschichten zu Tage. An der zuerst erwähnten Stelle sieht man den Basalt in einem kleinen Steinbruche neben dem nach Kemmenau führenden Wege in Berührung mit dem Nebengestein blosgelegt. Ein sich abzweigender Gang streicht quer über den Weg und lässt deutliche Contacterscheinungen beobachten. Der sonst sehr dichte frisch aussehende Basalt ist längs der Contactfläche stark zersetzt und zeigt eine blasig poröse Beschaffenheit; auch enthält er zahlreiche kleine in eine porzellanjaspisartige Masse verwandelte Bruchstücke des durchbrochenen Nebengesteins. Dieser Basalt gehört zu den Feldspathglasbasalten, bei welchem die Hauptmasse aus wasserhellem Glas, sehr zahlreich eingestreuten Plagioklasnädelchen und Magnetitkörnchen besteht, denen sich Augit in kleinen Kryställchen und seltener in grösseren Ausscheidungen sowie sehr spärlich Olivin beigesellen. Bemerkenswerth sind grössere dunkle Flecken mit ziemlich

scharf begrenzten krystallartigen Umrissen. Sie bestehen aus überaus zahlreichen, an den Rändern dieser Ausscheidungen zusammengehäuften Magnetitkörnchen, zwischen welchen eine bläuliche helle Masse liegt — vielleicht Hauyn — während nach der Mitte zu die Zusammensetzung der Hauptmasse des Basaltes gleicht. Nephelin habe ich weder in den Dünnschliffen, noch bei der Salpetersäureprobe wahrnehmen können; ebensowenig Leucit. Ueberhaupt ist dieser Basalt relativ arm an Natron, das nach einer angestellten Probe 3,85% nicht übersteigt.

Ganz ähnlich verhält sich auch der Basalt an der zweiten Stellen N. von Kemmenau am First, nur sind in demselben die grösseren Augiteinsprenglinge häufiger; sie umschliessen nicht selten putzenförmige Einschlüsse, welche wie die Hauptmasse zusammengesetzt sind und enthalten kleine Bläschen, in welchen jedoch keine Flüssigkeit zu beobachten ist. Neben grösseren Magnetitkörnchen finden sich auch Schwefelkiestheilchen. Der durch diese Kuppen angedeutete Basaltzug, welcher den Quarzitrücken auf der SO.-Seite begleitet, setzt dann weiter nach NO. in den Basaltaufbrüchen bei Welschneudorf, Niederelbert und Montabaur fort, um sich weiter an die grossartige Verbreitung im Westerwald anzureihen.

Ich schliesse hier gelegentlich eine kurze Bemerkung über den Basalt der Schaumburg bei Balduinstein an, der einem benachbarten zweiten Parallelzuge angehört. An der Schaumburg bildet der Basalt, begleitet von tuffigen und breccienartigen Massen die Spitze des Burgbergs und ist in einem grossen, jetzt verlassenen Steinbruche am nördlichen Berggehänge aufgeschlossen. Hier zeigt er sich in nahezu horizontal liegenden, unregelmässigen Säulen ausgebildet und enthält zahlreiche Brocken veränderten Nebengesteins. Seine Masse besteht gleichfalls hauptsächlich aus einem bräunlichen Glas, kleinen Plagioklasnädelchen, Magnetkörn-

chen und sehr vielen grösseren Augitkrystallen. Olivin ist etwas reichlicher als in dem Basalt von Kemmenau vorhanden.

Dieser Basalt ist dadurch ausgezeichnet, dass in der bräunlichen Glasmasse feine, dunkle Mikrolithe und Körnchen in grösster Menge eingebettet sind, welche meist in zwei, ungefähr unter 45° sich schneidenden Richtungen parallel geordnet liegen und der Glasmasse ein gestricktes Aussehen verleihen.

Diese Basalte scheinen wegen der geringen Menge der in ihnen vorkommenden Natronmineralien kaum als das Gestein betrachtet werden zu können, aus welchem die Emser Quellen ihren Natriumgehalt beziehen.

Aber nicht blos basaltische Eruptivgesteine sind es, welche bis in die nächste Nähe von Ems vordringen, wir begegnen hier auch trachytischen Massen. Der grosse und kleine Teufelsberg oder die sog. Arzbacher Köpfe beiläufig 5 km von Ems in NNO.-Richtung auf der NW.-Seite des Quarzitzugs beherbergen in zwei benachbarten, aber isolirten spitzkugelförmigen Kuppen ein sehr eigenthümliches hellfarbiges Gestein, welches auf der von Dechen'schen Karte als Trachyt bezeichnet, wohl auch sonst als Phonolith aufgeführt wird, vielleicht weil es stellenweise in der ausgezeichnetsten Weise schieferartig in dünnen Platten bricht. Das Gestein fühlt sich, wenn es etwas angewittert ist, mild, fast fettig an und zeigt eine äusserst feine krystallinische Struktur. Seine graulich weisse Farbe geht ins Gelbliche und in den dicken Bänken des Steinbruchs am grossen Teufelsberg ins Röthliche über. Die Masse ist ziemlich gleichmässig körnig, wenig porös und nicht porphyrartig entwickelt, indem keine grösseren Feldspathausscheidungen sich bemerkbar machen. In den Dünnschliffen beobachtet man nur eine Zusammenhäufung kleiner, i. p. L. gleichmässig, nicht streifig gefärbter Feldspath-

nädelchen, die dem Sanidin angehören, mit zahlreichen, kleinsten Magnetitkörnchen und nur sehr vereinzelten, hellgrünen Hornblendekryställchen ohne hervortretende Glasmasse, wenn nicht kleine weissliche opake Flecke eine solche repräsentiren. Ob ein Plagioklas beigemengt ist, liess sich nicht bestimmt ermitteln.

Ein äusserlich ganz ähnliches Gestein liegt mir unter der Bezeichnung „phonolithartiger Trachyt" vom Kühlsbrunnen im Siebengebirge vor, während die nächstbenachbarten Trachyte, wie z. B. von Goldhausen bei Montabaur eine ganz abweichende Zusammensetzung zeigen. Letztere bestehen nämlich vorherrschend aus Oligoklas in kleinsten Nädelchen und eingesprengten grösseren Krystallen, mit nur wenig Sanidin, dann aus grösseren und ziemlich häufigen dunklen Hornblendekrystallen, Magnetitkörnchen und vereinzelten Hauynbeimengungen (sog. Hornblende-Andesit).

Um die Zersetzbarkeit in Säuren kennen zu lernen, wurde ein dem Aussehen nach recht frisches Stück aus den tiefsten Lagen des Steinbruchs am grossen Teufelsberg mit kochender Salzsäure behandelt, wobei nur $9^1/_2$% zerlegt wurde und zwar mit

Kieselsäure .	2,175	
Thonerde .	0,925	
Eisenoxyd .	2,907	
Eisenoxydul	1,453	
Kalkerde .	1,000	
Alkalien . .	0,140	vorherrschend K^2O,
Kohlensäure	0,785	
Wasser . .	0,150	
	9,535	

Zerlegt wurden demnach hauptsächlich der Magnetit, kohlensaurer Kalk und eine kleine Menge von wahrscheinlich schon etwas zersetztem Feldspath.

Die Bauschanalyse des Gesteins im Ganzen dagegen ergab:

Kieselerde . .	0,6060
Thonerde . . .	0,1722
Eisenoxyd . .	0,0437
Eisenoxydul . .	0,0196
Kalkerde . . .	0,0287
Bittererde . . .	0,0075
Manganoxyd . .	0,0027
Kali	0,0675
Natron . . .	0,0339
Kohlensäure . .	0,0157
Wasser . . .	0,0080
	1,0055

In Zusammenfassung der optischen Erscheinungen, der partialen und Bauschanalyse ergibt sich, dass das Gestein von den Teufelsbergen dem typischen, feinkörnigen, sanidinreichen Trachyt mit nur geringer Beimengung von Hornblende angehört, welcher frei von Nephelin zu sein scheint.

Die bis zu Tage durchgebrochenen Eruptivmassen bei Ems von basaltischem und trachytischem Typus gehören demnach speziell nicht zu denjenigen Gesteinen, welche geeignet scheinen, den Mineralquellen von Ems ihren Gehalt an Natriumsalzen zu liefern. Diese dürften vielmehr eher in der Reihe der sog. Hornblende-Andesite, an welchen die Nachbargebiete des Siebengebirges, die Eifel und Westerwald (Weidenhahn, Montabaur) nicht arm sind, zu suchen sein. Dass bei diesem Auslaugungs- und Zersetzungsprocess die Kohlensäure eine höchst wichtige Rolle spielt, ist wohl kaum zweifelhaft. Ueber die Herkunft der Kohlensäure aber lässt sich nur so viel sagen, dass sie mit den vulkanischen Eruptionserscheinungen in innigstem Zusammenhange steht, ohne damit der Frage vorzugreifen, ob auch

die Entstehung der Kohlensäure durch den Vulkanismus bedingt sei. Jedenfalls hat die mit den Eruptionen verbundene und erst in relativ neuerer geologischer Zeit entstandene Zersprengung der oberen Gesteinslagen bis in die tiefsten Tiefen der Erdrinde ihr den Ausflussweg zur Oberfläche eröffnet. Das Vorkommen von Kohlensäureausströmungen in vulkanischen Gegenden ist zu regelmässig und allgemein verbreitet, um diesen innigen Zusammenhang verkennen zu können.

Auch Ems gehört noch in dieses vulkanische Bereich; vulkanische Gesteine haben hier in nächster Nähe noch zu ihrer Eruption günstige Spalten benützt, welche dem Zug des eng zusammengefalteten spröden Quarzitgewölbes folgen und in der Durchschnittslinie mit dem tief eingerissenen Lahnthale an der am wenigsten durch Gegendruck belasteten Stelle auch der aufwärts strebenden Kohlensäure die zu ihrem Austritte günstigsten Verhältnisse darbieten.

Als drittes wichtiges Moment verdient die hohe Temperatur der Emser Quellen hervorgehoben zu werden. Der Kesselbrunnen hat 46,6^0 C., der Fürstenbrunnen 39,4^0 C., Kränchen 35,9^0 C. u. s. w. Es ist dabei bemerkenswerth, dass die Verschiedenheit der Temperatur der verschiedenen Quellen nicht eine gleiche Differenz des Mineralgehaltes im Gefolge hat, wie z. B. der wärmste Kesselbrunnen weniger Natriumbicarbonat enthält, als die weniger warme Fürstenquelle und nur nahe soviel als das um 10^0 C. kältere Kränchen. Diess weist darauf hin, dass diese ungleichen Temperaturen erst im oberen Quellenlaufe ihren Ursprung haben und dass die verschiedenen Zweige, mit welchen die Quellen zu Tage treten, wahrscheinlich einer einheitlich zusammengesetzten und gleich warmen Stammader entspringen. Die Quantitäten, welche jeder Zweig mit sich führt, die Geschwindigkeit der Bewegung, die Tiefe des Austrittspunktes, die Art der Vertheilung auf den Spalten des zer-

klüfteten Quarzites und die wenn auch geringe Menge des zu oberst beisitzenden Bergwassers wirken zusammen, eine mehr oder weniger starke Abkühlung in den einzelnen Quellenadern zu verursachen.

Die Erscheinung, dass zahlreiche Mineralquellen als Hyperthermen eine höhere Temperatur besitzen, als die mittlere Jahrestemperatur ihres Austrittspunktes beträgt, lässt sich auf verschiedene Ursachen zurückführen. In vielen Fällen rührt diese höhere Temperatur von chemischen Zersetzungen her, welche in tiefen Gesteinslagen des Quellenzugs vor sich gehen. Vielfach verdanken heisse Quellen auch dem noch thätigen oder erloschenen Vulkanismus ihren Ursprung. Im Allgemeinen pflegt man jetzt Temperaturen der Quellen davon abzuleiten, dass solches Quellwasser auf Spalten so tief in die Erdrinde eindringt, bis es bei der nach dem Innern der Erde zunehmenden Temperatur, die entsprechende warme Region erreicht habe und dass es alsdann in erwärmtem Zustande wieder zur Oberfläche aufsteige. Man ist geneigt, diess auch für die Emser Quellen gelten zu lassen. In dieser Allgemeinheit scheint mir aber eine derartige Annahme nicht gerechtfertigt, weil dann auf der einen Seite die Verbindung mit dem hohen Mineralgehalt der Quellen nicht verständlich wäre und andererseits weil sich dann nicht absehen liesse, wesshalb nicht zahlreiche Quellen an anderen Stellen des Nachbargebiets eine ähnliche höhere Temperatur besitzen. Soll nur gerade die Emser Gebirgsspalte vor anderen so tief hinabreichen, um die hohe Temperatur dem auf ihr circulirenden Wasser zu ertheilen? Es scheint hier, wie für den Mineralgehalt, so auch für die eigenartige Temperatur eine lokale Ursache angenommen werden zu müssen und es dürfte sich als das Einfachste und Naturgemässeste ergeben, wie den Mineralgehalt von der Auslaugung Natrium-reicher, vulkanischer Gesteine, so auch die hohe Temperatur von einer an dieser

Stelle in grösserer Tiefe vorhandenen, nicht zum Durchbruch gelangten vulkanischen Gesteinsmasse, welcher in dieser Tiefenlage noch höhere Temperatur aufbewahrt hält, abzuleiten.

Zu den merkwürdigsten geologischen Erscheinungen, welche überdiess die Umgebung von Ems bietet, gehört ferner die erstaunlich grossartige Verbreitung von Bimssteinablagerungen, welcher man überall, wohin man geht und zwar bis auf die höchsten Berggehänge hinauf, begegnet. Ein mit dieser Erscheinung nicht vertrauter Geologe, auch wenn er die hierüber bereits zahlreichen ausführlichen Schilderungen, wie sie uns in neuerer Zeit in Zusammenfassung älterer Darstellungen in so ganz vorzüglicher Weise unser Altmeister, Herr w. Geh.-Rath von Dechen, gegeben hat, genau kennt, wird sich gleichwohl eines Staunens über die Grossartigkeit dieser Ablagerungen nicht erwehren können. Wo in der näheren Umgebung von Ems ein kleiner Fleck der Oberfläche aufgeschlossen ist, fast überall sind es Bimssteinstückchen, welchen wir entweder in geschlossenen Lagen, häufig mit Löss verbunden oder als Gehängeschutt der Vegetationserde beigemengt, wieder und immer wieder begegnen. Besonders schön aufgeschlossen findet man sie an den Rändern neuangelegter Wege, und in den sog. Sandgruben. Denn in der ganzen Gegend benützt man den feinen Bimssteingrus als Beimengung zur Mörtelbereitung und legt desshalb behufs seiner Gewinnung eigene sogenannte Sandgruben an. Es mag daher genügen, nur einige wenige interessantere Fundpunkte bei Ems speciell hervorzuheben, wie die Weinberge an dem Steilgehänge oberhalb der Mineralquellen, am Weg nach Lindenbach und oberhalb Lindenbach am Weg zum neuen Stollen „Bergmannstrost“, an der neuen Strasse vom neuen Hoffnungsstollen nach Kemmenau, in den Sandgruben von Kemmenau, an der Strasse zum Lahnsteiner Forsthaus

u. s. w. Sehr bemerkenswerth ist das Vorkommen auf der beträchtlichen Höhe zwischen den beiden Trachytkegeln der Teufelsberge, wo ich zahlreiche Bimssteinstückchen antraf.

Ueber die weitere grossartige Verbreitung dieser Ablagerungen gibt die vortreffliche v. Dechen'sche Karte Auskunft, welche das Gebiet der Bimssteinvorkommnisse sogar durch eine Linie schärfer abzugrenzen versucht. Das ganze Gebiet, über welches sich die Bimssteine hier zerstreut finden, beträgt nach Herrn von Dechen[1]) mehr als 40 Quadratmeilen. Erst neuerlichst hat sich Herr von Dechen[2]) über diesen Gegenstand wieder ausgesprochen und die wichtigen Ergebnisse der von Herrn Dr. Angelbis im Westerwald durchgeführten Aufdeckarbeiten mitgetheilt. Schon 1848 hatte Frid. Sandberger[3]) nachgewiesen, dass die Bimssteine des Westerwaldes nicht aus diesem Gebirge selbst abstammen können und Fr. Schäffer entwickelte 1851 die Gründe, welche insbesondere für die Annahme sprechen, dass es die Umgebung des Laacher See sei, von wo aus der Bimsstein ausgestreut worden sei. Seitdem dann Herr von Dechen in dem geognostischen Führer zu dem Laacher See 1864 in der eingehendsten Weise auf den räumlichen Zusammenhang der Bimsstein-Ablagerungen von dem Neuwieder Becken aus bis in den Westerwald hingewiesen hatte, wurde dieser Ansicht ganz allgemein beigepflichtet.

---

1) Geogn. Führer zu d. Laacher See sub. 445.

2) Allg. Sitzung der niederrhein. Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Bonn am 1. Aug. 1881 (Zeitungsnachricht). Ehe diese Zeilen zum Druck gelangt sind, kommt mir noch der nähere vortreffliche Bericht H. v. Dechen's in dem Jahrb. d. d. geol. Gesellsch. 1881. Heft 3 S. 442 über die Bimsstein-Ablagerungen im Westerwald zu, dessen gewichtige Argumente ich leider hier nicht mehr zu Rathe ziehen konnte.

3) Jahrb. f. Min. Geogn. u. P. 1848. S. 549.

In neuester Zeit aber, nachdem Dr. Angelbis ermittelt hat, dass die Bimssteinsande des Westerwaldes den zwischen zwei Basaltdecken liegenden braunkohlenführenden Tertiärschichten angehören, wie wahrscheinlich auch die gleichfalls Bimssteinstücke einschliessenden Trachyttuffe (Backofensteine) im Siebengebirge, ist diese Ansicht wieder stark erschüttert worden. Denn die Bimssteine des Laacher See's und des Neuwieder Beckens liegen zum grossen Theile auf Löss, und wechsellagern selbst an einzelnen Stellen mit demselben, gehören mithin zu viel jüngeren Ablagerungen als jene der Tertiärschichten des Westerwalds und können daher nicht zur Bildung der viel älteren Bimssteinablagerungen in diesem Gebirge beigetragen haben.[2])

Unterzieht man die verschiedenen Bimssteinbildungen bei Ems einer näheren Betrachtung, so werden wir auch hier unwillkürlich zu Annahmen geführt, welche mit diesem Nachweis eines verschiedenen Alters der Bimssteinlagen nicht im Widerspruch zu stehen scheinen. Wenn wir in diesem Gebiete auf der einen Seite die Bimssteinlagen auf dem Löss, sogar in und zwischen demselben eingebettet, unmittelbar am Thalrande oder in den Seitenvertiefungen abgesetzt finden und auf der andern Seite ähnlichen Ablagerungen hoch an den Berggehängen und auf den Höhen 120 - 150 m über den Thalgebilden begegnen, so kann es ja nicht zweifelhaft sein, dass diese Absätze nicht gleichalterig sind, sondern in verschiedenen Zeiten nacheinander gebildet worden sein müssen. Die Fluthen, welchen die wohl und deutlich geschichteten Ablagerungen hoch an den Berggehängen ihre Entstehung verdanken, konnten nicht gleichzeitig auch die Thalablagerungen erzeugen und hätten letz-

---

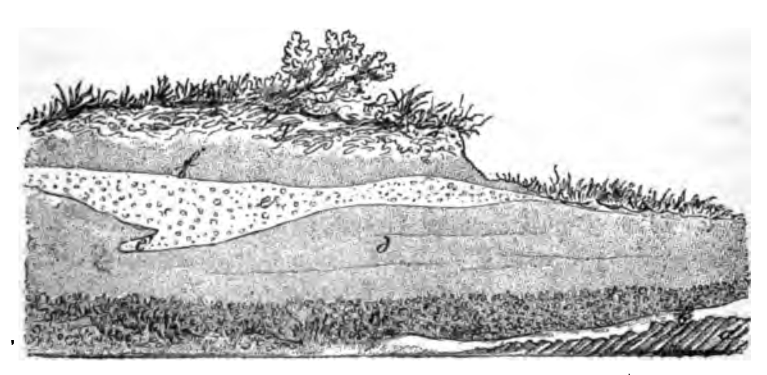
1) Inauguraldissertation: Die Bimssteinkörner bei Marburg.

2) Bericht über die allg. Sitz. d. niederrh. Gesellsch. f. N. u. M. v. 1. Aug. 1881.

tere, wenn sie schon vorher vorhanden gewesen wären, sogar wegfegen müssen. Dass die Bergabsätze, um die Ablagerungen hoch über der gegenwärtigen Thalsohle so kurz zu bezeichnen, demnach älter sind als die Thalgebilde, geht aber auch weiter noch aus der Verknüpfung hervor, in welcher jene mit sehr eigenthümlichen Geröllablagerungen stehen. Bei Ems findet man 150 m über der Thalsohle am Kloppberg, an den Einfüllschächten zu den neuen Hoffnungsstollenbauen u. s. w. über einer Lage grünlich grauen Thons ein eigenartiges Geröll mit vielen weissen Quarz- und schwarzen Lyditrollstücken ganz abweichend von dem Gerölle, welches an der Thalwand als Basis der Lössablagerung vorkommt. Ueber diesem Quarzgeröll folgt dann ein brauner, fetter Thon von anderem Aussehen, als der Löss besitzt, und darüber oder zwischen demselben liegt erst der Bimssteinsand, wieder bedeckt vom Gehängeschutt und von Vegetationserde.

Zur genaueren Feststellung des Alters dieses Hochfluthgerölls fehlen allerdings nähere Anhaltspunkte und es lässt sich nicht sicher bestimmen, ob wir es mit einem altquartären oder tertiären Gebilde zu thun haben, jedenfalls aber liegt hier ein älterer Absatz, als der Thallöss und Thalbimssteinschutt vor. Bei letzteren stellen sich ganz andere Verhältnisse ein. Gewöhnlich ist der seinem Aussehen nach ganz typische und durch den Einschluss von Lösskindchen und Lössconchylien hinreichend charakterisirte Thallöss auf nur schwach gebundenem und wenig gerolltem oder mit nur einzelnen Rollsteinen untermengtem Schutt aufgelagert. Erst in den höheren Lagen stellen sich Bimssteinstücke ein, entweder ziemlich scharf abgegrenzte Schichten bildend oder streifenweise mit dem Löss wechselnd. In v. Dechen's geogn. Führer zu dem Laacher See sind zwar sehr zahlreiche derartige Zusammenlagerungen von Löss und Bimssteinsand auf das vortrefflichste beschrieben worden

(S. 441 u. ff.) und auch Sandberger[1]) erwähnt im Lahnthale, besonders schön an der Weissmühle aufgeschlossene, 3—4' dicke Lössbänke auf Schichten von Bimsstein-Auswürflingen und schwarzem, vulkanischem Sand aufgelagert. Es dürfte jedoch für die Besucher von Ems nicht ohne Interesse sein, auf ein sehr ausgezeichnetes derartiges Profil in nächster Nähe des Bades aufmerksam gemacht zu werden. Dasselbe findet sich an der Strasse von Ems nach dem Lahnsteiner Forsthaus und Frücht an der grossen Krümmung, wo der Fussweg zum Gipfel des Wintersbergs sich abzweigt und wird durch nachstehende Skizze dargestellt.



Profil am Wege von Ems nach Braubach.

a) Grauwackenschiefer,
b) grünlicher Thon,
c) Geröllage,
d) Löss mit Conchylien,
e) Bimssteinsand,
e') in den Löss vorragende Zunge von Bimssteinsand,
f) brauner Lehm,
g) Gehängeschutt.

a) Steilaufgerichtete Schichten der unterdevonischen Grauwackenschiefer,

b) eine schwache Lage grünlichen Thons als altes Verwitterungsprodukt des unterliegenden Schiefers,

1) Die Land- und Süsswasser Conchylien der Vorwelt S. 902.

c) ziemlich eckiger Schutt mit wenig Rollstücken,

d) Löss mit spärlichen Conchylien,

e) Bimssteinsand, unten feiner oben gröber, bei e' mit einem Ausläufer zwischen Löss sich einschiebend,

f) oberer lehmartiger Löss,

g) Gehängeschutt und Walderde.

Es ist bemerkenswerth, dass sich in den Bimssteinlagen keine anderen Fragmente vulkanischer Gesteine wie Lava, Schlacken u. s. w. vorfinden. Auch erweisen sich alle Bimssteinstückchen abgerundet, stark zersetzt und leicht zerreiblich weich; die Körnchen der unteren Lage sind kleiner als die oberen, aber durch reichlichere Einschlüsse von Magneteisen, Hornblende und Sanidin schwerer, daher wohl durch natürliche Separation in Folge grösseren Gewichtes zuerst zum Absatz gelangt.

Die ganze Art ihrer Zusammenlagerung mit dem Löss namentlich das Zwischenschieben dünner Streifen in den Löss spricht zu Gunsten der Annahme, dass der Bimssteinsand von Wasser beigeschwemmt und abgesetzt worden sei, wie der Löss selbst. In dieser Beziehung ist das in einer grossen Ziegelgrube am Eingang in das Lindenbachthal aufgeschlossene mächtige Lösslager besonders bemerkenswerth, weil hier zum Beweis des Absatzes aus fluthendem Wasser in den beiläufig 5 m hohen Löss 3 — 4 Zwischenlagen von Rollstein sich finden, die doch wohl nicht auf andere Art als durch Wasserströme hergeführt sein können.

Die Bimssteinstücke der Berglager sind im Vergleich zu jenen der Thalabsätze ihrem Aeusseren nach kaum zu unterscheiden. Sie sind allerdings im Allgemeinen grösser, wenig abgerundet, aber durchgreifend ist dieser Unterschied nicht. Sehr bemerkenswerth ist eine fast constante Beimengung von kleinen, petrographisch fast gleichen Thonschülferchen, auf welche schon Herr von Dechen auf-

merksam gemacht hat[1]). Für die Umgegend von Ems fand ich diese Vergesellschaftung von Bimsstein und grünlich grauen Thonschieferstückchen als sehr charakteristisch. Dieser Thonschiefer besitzt ein ganz abweichendes Gepräge gegen eines der zunächst umgebenden Schieferschichten und nähert sich mehr einem dichten Phyllite. Bei näherer Untersuchung habe ich gefunden, dass viele der Bimssteinstückchen beim Zerbrechen derartige Schülferchen mitten in ihrer Masse eingeschlossen enthalten und es ist desshalb nicht unwahrscheinlich, dass diese Thonschieferstückchen aus der Zerstörung und Vertrümmerung von Bimsstein hervorgegangen sind. Merkwürdiger Weise fand ich genau dieselben Thonschieferstückchen auch in dem Bimsstein des Laacher Sees eingeschlossen. Würde es sich bestätigen, wie ich vermuthe, dass dieser Einschluss von Thonschieferstückchen im Bimsstein überall auch in weiteren und entfernteren Gegenden des Mittelrheins sich bemerkbar macht, so wäre diess ein wichtiger Fingerzeig für den einheitlichen Ursprung der Bimssteine, welche diese Fragmente wohl bei ihrer Bildung aus grösserer Tiefe, in welcher ältere Thonschieferschichten sich finden, mit empor gebracht haben.

Wir werden hiedurch auf die Frage nach dem Ursprung dieser Bimssteine überhaupt hingeführt. Es ist in dieser Beziehung von höchster Wichtigkeit die Bimssteinstückchen aus möglichst vielen Fundstellen einer erschöpfenden Untersuchung zu unterwerfen.

Sieht man vorerst ab von diesem möglicher Weise hervortretenden Unterschiede und berücksichtigt nur die Lagerungsverhältnisse, so gelangt man wenigstens für die Umgebung von Ems — bei meiner beschränkten Kenntniss der Verhältnisse über dieses eng begrenzte Gebiet hinaus kann es mir nicht in den Sinn kommen, weiter gehende

1) Geogn. Führer z. d. Laacher See. S. 590.

Schlüsse ziehen zu wollen — zu der Ansicht, dass der ältere, vielleicht tertiäre oder altquartäre Bimssteinschutt, auf welche Weise er entstanden und woher er immer stammen mag, hier das Material geliefert habe, aus welchem durch Abschwemmung und Fortführung mittelst Fluthen die jüngere mit dem Löss gleichalterige Bimssteinablagerung secundär gebildet worden sei.

Ist diese Annahme richtig, so dürfte sich ein wesentlicher Unterschied in der Beschaffenheit des Bimssteins aus älteren und jüngeren Lagen nicht herausstellen.

Man kann nun auf verschiedenem Wege zu dieser Feststellung zu gelangen suchen, wobei man allerdings von der ja nicht unwahrscheinlichen Annahme ausgehen muss, dass die Bimssteine der annähernd gleichzeitigen Entstehung und Eruption in derselben Gegend auch nahezu gleiche Beschaffenheit besitzen.

Zunächst ist es die chemische Analyse, durch welche man sich Aufschlüsse verschaffen kann. Hierbei erscheint es im Vornherein von wesentlichem Vortheile, dass die Bimssteine im Allgemeinen ein sehr verschiedenes chemisches Verhalten zeigen, wahrscheinlich nach der Verschiedenheit der Gesteinsmassen, aus denen sie abstammen. Die meisten Geologen stimmen darin überein, dass der Bimsstein keine streng abgegrenzte Gesteinsart darstellt, sondern nur als eigenartige Ausbildung verschiedener vulkanischer Gesteine, namentlich der Trachytreihe und der vulkanischen Gläser zu betrachten sei. Schon Beudant[1]) unterscheidet nach dem Vorgange Hauy's dreierlei Arten, den Obsidian-, Perlit- und Trachytbimsstein. Auch Zirkel[2]) und Rosenbusch scheinen dieser Eintheilung zuzustimmen. Nähere

1) Voyage mineral. e. géol. en Hongrie III.

2) Lehrbuch der Petrographie II. S. 243. M. Physiographie d. mass. Gesteine II. S. 175.

Angaben über das chemische Verhalten der Bimssteine im Allgemeinen werden selten angeführt, v. Lasaulx[1]) gibt nur an, dass der Gehalt der Bimssteine an Kieselsäure von 57 bis 73% wechsele und Haushofer[2]) führt an, dass er von Salzsäure nicht angegriffen werde, was jedoch im Allgemeinen nicht richtig ist, da viele Bimssteine grösstentheils und ziemlich leicht von Salzsäure zersetzt werden.

Auf der anderen Seite wird die chemische Analyse wieder durch den Umstand in ihrer Bedeutung wesentlich beeinträchtigt, dass die Bimssteine auf ihrer späteren Lagerstätte Zersetzungen erleiden oder erlitten haben, so dass ursprünglich gleich zusammengesetzte Varietäten mit der Zeit ganz verschiedene Zusammensetzungen annehmen können. Es haftet daher den bloss aus der chemischen Analyse gezogenen Folgerungen nach verschiedener Richtung eine gewisse Unsicherheit an.

Die nachstehende Zusammenstellung der bisher ausgeführten wichtigeren Analysen von Bimsstein gibt einen Ueberblick über die grosse Verschiedenheit ihrer Zusammensetzung, lässt gleichwohl aber dennoch eine gewisse Gruppirung derselben erkennen, welche namentlich bei den rheinischen Fundorten ziemlich deutlich hervortritt.

---

1) Elemente d. Petrogr. S. 220.
2) Hülfstafeln z. Bestimmung der Gesteine S. 67.

	Bestandtheile											
	S_1O_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	Fe O	Mn O	Ca O	Mg O	Na_2O	K_2O	H_2O	Sonst.	Summe
I	74,16	15,59	2,77	—	—	1,57	0,06	3,80	1,08	2,69	—	101,72
II	73,70	12,27	2,31	—	—	0,65	0,29	4,25	4,73	1,22	0,31 Cl	99,73
III	70,87	13,86	—	2,42	—	1,30	0,40	1,76	5,73	3,82	—	99,66
IV	69,79	12,31	4,66	—	—	1,68	0,68	6,69	2,02	2,93	—	100,76
V	69,66	9,69	—	8,39	Sp.	3,31	3,18	3,32	1,52	—	—	99,08
VI	64,29	17,07	3,55	—	—	3,45	0,93	4,82	4,52	1,25	—	99,83
VII	62,04	16,55	4,43	—	—	1,31	0,72	6,39	3,66	3,84	—	98,94
VIII	60,79	16,43	4,26	—	0,23	0,63	0,79	11,25	2,97	0,53	—	97,87
IX	60,09	13,14	—	6,34	—	2,95	0,46	6,00	4,39	5,41	—	98,78
X	60,06	16,42	3,01	2,33	Sp.	1,37	0,40	3,70	8,05	5,27	—	100,11
XI	58,02	12,95	9,51	—	—	1,92	1,18	1,87	0,13	15,02	—	100,60
XII	57,89	19,12	2,45	—	—	1,21	1,10	6,65	9,23	2,40	—	100,05
XIII	56,47	19,40	3,54	—	—	0,67	0,72	11,17	3,12	5,24	—	100,33
XIV	54,51	22,5	3,2	—	—	1,5	0,4	4,1	4,9	9,4	—	100,50
XV	50,06	18,34	2,89	—	—	1,29	1,17	4,49	5,81	15,06	—	99,11

I. Uebergang von Bimsstein in Perlit von Telkibanya in Ungarn nach Dölter mit Sanidin, sonst fast ganz aus Glasmasse bestehend.

II. Langfaseriger Bimsstein von Capo di Castagno, Lipari nach Abich. Vulc. Erschein. 1841. 62. 84.

III. Bimssteinrhyolith v. Slaska, Anal. v. Sommaruga. J. d. geol. R. 1866. 464.

IV. Weisser, faseriger Bimsstein von Santorin; Abich. a. a. O. 81.

V. Bimsstein vom Fusse der Soufrière auf Guadeloupe; Ch. St. Claire-Deville Bull. d. soc. géol. d. Fr. (2) VIII. 427.

VI. Bimssteintrachyt von Ravin des Egravats nach v. Lasaulx. J. Min. 1871. 713.

VII. Bimsstein aus den flegräischen Feldern, Somma; Abich. a. a. O. 62. 79.

VIII. Bimsstein von Alta vista auf Teneriffa, Abich. a. a. O. 62 u. 71.

IX. Nea Kammeni, Nähe der Badehäuser, v. K. v. Hauer. J. d. g. R. 1866. 80.

X. Bimsstein vom Monte di Vico, W. C. Fuchs in Tschermak's Min. Mitth. 1872. 235.

XI. Bimssteintrümmergestein vom Gisselberg bei Marburg, Schäffer Diss. S. 53.

XII. Bimsstein vom Krufter Ofen, Schäffer a. a. S. 50.

XIII. Bimsstein von Neuwied, Schäffer a. a. O. 51.

XIV. Bimsstein von Launsbach bei Wetzlar, nach Wackendorf; Gesell. z. B. d. Nat. i. Marburg. 1879. S. 21.

XV. Bimsstein von Engers. Schäffer a. a. O. S. 52.

Es ist sehr bemerkenswerth, dass die sämmtlichen SiO_2 armen Proben dem rheinischen Gebiete angehören, während die SiO_2 reicheren vorwaltend den vulkanischen Gläsern sich anschliessen. Auch zählen die rheinischen Gesteine zu den wasserhaltigsten, und man könnte diess zugleich als

Lokalcharakter bezeichnen, wenn nicht der Bimsstein vom Krufter Ofen im Wassergehalte bis auf 2,4% herabginge. Die sehr wasserreichen Gesteine dürften durch die Art ihrer Lagerung in einer Art Conglomerat andeuten, dass sie erst nachträglich grössere Mengen von Wasser aufgenommen haben.

Wenn nun auch nach den Ergebnissen dieser chemischen Analyse eine gleichartige Zusammensetzung der Bimssteine im Allgemeinen sich nicht zu erkennen giebt, so scheint doch eine gewisse Gruppirung derselben nach benachbarten Oertlichkeiten ihres Vorkommens angedeutet und damit ein Hinweis auf den gleichen Ursprungsort gegeben zu sein.

Es steht aber ausserdem noch ein zweiter Weg der Beobachtung offen, nämlich der einer näheren mikroskopischen Untersuchung der Gesteinsbeschaffenheit und der mineralischen Beimengungen. Schon Zirkel, Rosenbusch und Lasaulx weisen auf die Unterschiede hin, welche sich bei Bimssteinen verschiedener Fundorte in Beziehung auf die Struktur der Bimssteinfäden, ihre Form, Gruppirung und in Bezug auf ihre Beimengungen wahrnehmen lassen. Ich habe zunächst diesen letzteren Weg einzuschlagen versucht. Meine mikroskopischen Untersuchungen zahlreicher Proben aus der Umgebung von Ems und aus den benachbarten rheinischen Bimssteinablagerungen, von denen ich mir durch die Vermittlung des Herrn Stürtz in Bonn Exemplare verschaffen konnte, lieferten das keineswegs überraschende Ergebniss, dass alle untersuchten Proben nahezu ganz die gleiche petrographische Beschaffenheit besitzen. Der Hauptsache nach besteht der rheinische Bimsstein aus einer porös schwammigen, weissen, durch Zersetzung oder Infiltrationen gelblichen Zusammenhäufung von Glasfäden, welche nach allen Richtungen sich kreuzend rundliche Blasenräume von sehr verschiedener Grösse bis zu 5 mm Dm. offen lassen. An

grösseren Blasenräumen sieht man häufig zahlreiche zugespitzte Enden von Glasfäden meist nach gleicher Richtung vorragen. Eine ausgesprochene Längenrichtung der Blasenräume tritt nicht in bemerkenswerther Weise hervor. Die Glasfäden sind durchweg wasserhell, fast ganz frei von Mikrolithen, dagegen reich an Bläschen und Lücken und entweder rundlich oder plattgedrückt in Lappen und Häutchen ausgebreitet, welche nur durch verdickte Streifchen oder Rippchen in verschlungenem Verlaufe der Masse eine wechselnde Durchsichtigkeit besitzen. Diese ausgesprochene Lithistiden-artige Schwammstruktur fand sich bei allen rheinischen Proben nur mit der Modifikation einer dichten oder weniger dichten Beschaffenheit in Folge kleinerer oder grösserer, zahlreicherer oder spärlicherer Poren vor. Auch in Bezug auf Mineral-Einschlüsse herrscht eine bemerkenswerthe Uebereinstimmung. Gleichsam umsponnen oder eingewickelt von den Glasfäden kommen grössere Krystalle oder krystallinische Ausscheidungen von Sanidin, Hornblende und Magneteisen in Allen vor. Selbst wenn diese Mineralien nur spärlich eingemengt sind, findet man sie leicht in dem Rückstande der gepulverten und abgeschlämmten Masse.

Der Sanidin zeigt sich meist in unregelmässigen Körnchen mit allen diesem Mineral eigenthümlichen Eigenschaften. Ob zugleich auch ein Plagioklas mit vorkommt, konnte ich nicht sicher feststellen.

Die Hornblende ist meist in Nädelchen krystallisirt, besitzt tief olivengrüne Farbe, ist parallelfaserig und stark dichroitisch. In den anscheinend stark angegriffenen Bimssteinstückchen, namentlich aus den mit Löss vergesellschafteten Lagen ist die Hornblende oft stark zersetzt und in eine braungelbe Masse verwandelt, welche bei der Zertrümmerung in bröckliche Körnchen zerfällt, aber immer noch Reste unzersetzter Hornblende in sich schliesst.

Ein Gehalt an Magnetit, der sich durch den Magnet auf das bestimmteste erkennen lässt, ist bei den meisten Proben nachweisbar. Wo er fehlt, wird er augenscheinlich durch braune rostige Theilchen vertreten, die von dem zersetzten Mineral abstammen.

Zu dem Bimsstein des Laacher See's, dem besterhaltenen von allen, die ich untersuchte, gesellen sich noch einige andere Mineraleinschlüsse hinzu, wodurch dieses Gestein sich aufs engste dem Laacher See-Trachyt anschliesst. Der Trachyt des Laacher See's nämlich enthält nach der Zusammenstellung Herr von Dechen's[1]) zahlreiche Mineralien, von denen einige auch im Bimsstein dieser Fundstelle wiederkehren. Namentlich findet sich in letzterem blauer Hauyn in zahlreichen Körnchen mit kleinsten Theilchen eines röthlichen, i. p. L. buntfarbigen Minerals. Auch kleine schwärzliche Knöllchen, welche sich wie Lavabröckchen verhalten, kommen vor.

Schäffer[2]) gibt in dem Bimsstein von Neuwied gleichfalls eine Beimengung von Hauyn oder Nosean an. Auch in den Proben der Umgebung von Ems gelang es mir, Hauyn sicher zu erkennen. In hohem Grade bemerkenswerth sind ferner die Einschlüsse kleiner, anscheinend vollständig gleicher Thonschieferschülferchen, welche ich genau ebenso im Bimsstein des Laacher See's, wie in jenen der Umgegend von Ems auffand.

Ganz im Allgemeinen ist der lithologische Charakter des Bimssteins dieser verschiedenen Ablagerungen so übereinstimmend, dass diess sehr zu Gunsten der Annahme eines gemeinschaftlichen Ursprungs spricht.

Werfen wir noch einen Blick auf die chemische Constitution der rheinischen Bimssteine zurück, welche durch

1) Geogn. Führer z. d. Laacher See. S. 84.

2) Die Bimssteinkörner bei Marburg, Inaug.-Diss. Marburg 1851. S. 51.

die schon mehrfach erwähnte, sehr umsichtige und sorgfältige Arbeit Schäffer's zum ersten Mal umfassend und gründlich erörtert worden ist, so treten hierbei allerdings immerhin nicht unbeträchtliche Differenzen hervor, welche gegenüber der nachgewiesenen grossen Uebereinstimmung im lithologischen Charakter auffallend erscheinen könnten. Um sie zu erklären, dürfte Rücksicht zu nehmen sein, einmal auf den mehr oder weniger stark vorgeschrittenen Verwitterungszustand und dann auf die Reinheit der analysirten Stücke. Dass die durch und durch gelblich gefärbten Stücke der Lössablagerungen, welche in den Poren oft eingedrungene lehmige Substanz beherbergen, oder die grauen Stückchen des sog. Sandsteins von Engers sich anders verhalten werden, als die meist blendend weissen Stückchen der kalkigen Ablagerungen von Sayn oder die grauen der obersten Berggehänge, dürfte nicht befremden. Es schien mir in dieser Richtung nicht unwichtig, um den Grad der Veränderungsfähigkeit des Bimssteins bei sonst analogem lithologischem Charakter weiter zu beurtheilen, die durch Schäffer und Wachendorf bereits festgestellte Thatsache der Zersetzbarkeit durch Salzsäure, welche für die rheinischen Bimssteine charakteristisch zu sein scheint, noch von mehreren Proben aus der Umgegend von Ems zu prüfen. Da bei derartigen Versuchen die Stärke der benutzten Säure, die Zeitdauer ihrer Einwirkung u. s. w. von einigem Einfluss sind, ging ich hierbei von der Behandlung des als Typus anzusehenden Bimssteins vom Laacher See aus und behandelte die verschiedenen Proben mit gleich starker Salzsäure bei gleicher Temperatur ungefähr gleich lang.

Das Resultat ist aus der folgenden Zusammensetzung zu ersehen:

Ein Gehalt an Magnetit, der sich durch den Magnet auf das bestimmteste erkennen lässt, ist bei den meisten Proben nachweisbar. Wo er fehlt, wird er augenscheinlich durch braune rostige Theilchen vertreten, die von dem zersetzten Mineral abstammen.

Zu dem Bimsstein des Laacher See's, dem besterhaltenen von allen, die ich untersuchte, gesellen sich noch einige andere Mineraleinschlüsse hinzu, wodurch dieses Gestein sich aufs engste dem Laacher See-Trachyt anschliesst. Der Trachyt des Laacher See's nämlich enthält nach der Zusammenstellung Herr von Dechen's[1]) zahlreiche Mineralien, von denen einige auch im Bimsstein dieser Fundstelle wiederkehren. Namentlich findet sich in letzterem blauer Hauyn in zahlreichen Körnchen mit kleinsten Theilchen eines röthlichen, i. p. L. buntfarbigen Minerals. Auch kleine schwärzliche Knöllchen, welche sich wie Lavabröckchen verhalten, kommen vor.

Schäffer[2]) gibt in dem Bimsstein von Neuwied gleichfalls eine Beimengung von Hauyn oder Noseau an. Auch in den Proben der Umgebung von Ems gelang es mir, Hauyn sicher zu erkennen. In hohem Grade bemerkenswerth sind ferner die Einschlüsse kleiner, anscheinend vollständig gleicher Thonschieferschülferchen, welche ich genau ebenso im Bimsstein des Laacher See's, wie in jenen der Umgegend von Ems auffand.

Ganz im Allgemeinen ist der lithologische Charakter des Bimssteins dieser verschiedenen Ablagerungen so übereinstimmend, dass diess sehr zu Gunsten der Annahme eines gemeinschaftlichen Ursprungs spricht.

Werfen wir noch einen Blick auf die chemische Constitution der rheinischen Bimssteine zurück, welche durch

1) Geogn. Führer z. d. Laacher See. S. 84.

2) Die Bimssteinkörner bei Marburg, Inaug.-Diss. Marburg 1851. S. 51.

die schon mehrfach erwähnte, sehr umsichtige und sorgfältige Arbeit Schäffer's zum ersten Mal umfassend und gründlich erörtert worden ist, so treten hierbei allerdings immerhin nicht unbeträchtliche Differenzen hervor, welche gegenüber der nachgewiesenen grossen Uebereinstimmung im lithologischen Charakter auffallend erscheinen könnten. Um sie zu erklären, dürfte Rücksicht zu nehmen sein, einmal auf den mehr oder weniger stark vorgeschrittenen Verwitterungszustand und dann auf die Reinheit der analysirten Stücke. Dass die durch und durch gelblich gefärbten Stücke der Lössablagerungen, welche in den Poren oft eingedrungene lehmige Substanz beherbergen, oder die grauen Stückchen des sog. Sandsteins von Engers sich anders verhalten werden, als die meist blendend weissen Stückchen der kalkigen Ablagerungen von Sayn oder die grauen der obersten Berggehänge, dürfte nicht befremden. Es schien mir in dieser Richtung nicht unwichtig, um den Grad der Veränderungsfähigkeit des Bimssteins bei sonst analogem lithologischem Charakter weiter zu beurtheilen, die durch Schäffer und Wachendorf bereits festgestellte Thatsache der Zersetzbarkeit durch Salzsäure, welche für die rheinischen Bimssteine charakteristisch zu sein scheint, noch von mehreren Proben aus der Umgegend von Ems zu prüfen. Da bei derartigen Versuchen die Stärke der benutzten Säure, die Zeitdauer ihrer Einwirkung u. s. w. von einigem Einfluss sind, ging ich hierbei von der Behandlung des als Typus anzusehenden Bimssteins vom Laacher See aus und behandelte die verschiedenen Proben mit gleich starker Salzsäure bei gleicher Temperatur ungefähr gleich lang.

Das Resultat ist aus der folgenden Zusammensetzung zu ersehen:

Bimssteinproben von	I	II	III	IV	V
In Salzsäure unzersetzter Rest .	43,50	13,25	11,40	11,98	10,40
Kieselsäure des zersetzten Antheils	30,50	41,67	43,50	45,75	46,75
Thonerde und Eisenoxyd . . .	14,00	21,38	23,37	23,65	24,25
Kalkerde	0,75	1,38	0,90	0,90	1,25
Bittererde	1,70	1,20	0,88	0,80	0,75
Kali	2,90	4,30	2,99	2,53	3,67
Natron	3,14	4,50	7,99	5,85	5,43
Wassergehalt im Ganzen . . .	3,20	12,37	8,05	8,50	7,65
Zusammen	99,69	99,95	99,08	99,96	100,15

I. Bimsstein vom Laacher See.

II. Bimsstein vom Berggehänge oberhalb des neuen Hoffnungsstollens bei Ems.

III. Bimsstein von der Höhe oberhalb des Bades Ems.

IV. Bimsstein aus den Thallagen der Lössschichten im Braubach bei Ems.

V. Bimsstein aus den Thallagen bei Lindenbach unfern Ems.

Hierbei tritt die schwierige Zersetzbarkeit des Laachersee-Bimssteins gegenüber deren der übrigen Fundstücken ganz besonders stark hervor. Indessen ist zu bemerken, dass die gegebenen Zahlen keinen absoluten Werth besitzen. Denn ich fand, dass bei mehrmals wiederholter Behandlung mit Salzsäure der unzersetzte Rest bis auf 33% sich verringern liess. Das scheint wohl damit in Zusammenhang gebracht werden zu dürfen, dass dieser Bimsstein noch auf ursprünglicher Fundstelle sich findet und einen geringeren Grad von Veränderungen erlitten hat, als die verschwemmten Gesteine der Proben II—V. Diese zeigen eine ziemlich grosse Uebereinstimmung in ihrem Verhalten gegen die Säure und in der Zusammensetzung der parziellen Lösung. Am

leichtesten zersetzbar scheinen die Bimssteine der Lössbildungen zu sein. Doch ist die Zahl der untersuchten Proben zu gering, um daraus eine allgemein gültige Folgerung zu ziehen. Auch nach diesem chemischen Verhalten darf man mit grösster Wahrscheinlichkeit den Bimsstein der Thalablagerungen mit jenem der Berggehänge für identisch erklären und jenen als von diesem abstammend erklären.

Alles in Allem zusammengefasst neige auch ich mich nach dieser Untersuchung der Ansicht zu, dass die sämmtlichen Bimssteine der rheinischen Gegenden wenn auch nicht einem einzigen Ursprungspunkte, so doch einem gemeinsamen vulkanischen Herde entstammen, welchen wir in der vulkanischen Gegend des Mittelrheins zu suchen haben.

Herr Seidel legt vor nachstehende Mittheilung des Herrn P. du Bois-Reymond in Tübingen:

„Ein allgemeiner Satz über die Integrirbarkeit von Functionen integrirbarer Functionen.“

Ich veröffentlichte (Leipz. Ann. Bd. XVI) ohne Beweis folgenden Lehrsatz:

Die integrirbaren Functionen

$$\varphi_1(x),\ \varphi_2(x),\ \ldots\ \varphi_n(x)$$

seien im Intervall

$$a \leqq x \leqq b$$

eingeschlossen resp. zwischen den Grenzen

$$\alpha_1 \leqq \varphi_1(x) \leqq \beta_1,$$
$$\alpha_2 \leqq \varphi_2(x) \leqq \beta_2,$$
$$\cdots\cdots$$
$$\alpha_n \leqq \varphi_n(x) \leqq \beta_n,$$

und die Function $F(x_1, x_2, \ldots x_n)$ sei stetig ein Gebiet:

$$\alpha_1 \leqq x_1 \leqq \beta_1,$$
$$\alpha_2 \leqq x_2 \leqq \beta_2,$$
$$\cdots\cdots$$
$$\alpha_n \leqq x_n \leqq \beta_n,$$

so ist $F(\varphi_1(x), \varphi_2(x), \ldots \varphi_n(x))$ im Intervall $a \ldots b$ von x integrirbar.

Da, wie ich höre, Zweifel an der Allgemeinheit dieses Satzes geäussert worden sind, so scheint es mir angezeigt, seinen Beweis mitzutheilen.

Es genügt die Integrirbarkeit einer stetigen Function von einer und von zwei integrirbaren Functionen nachzuweisen.

So sei denn zunächst $\varphi(x)$ im Intervall (a, b) integrirbar, α und β seien die untere und die obere Grenze der Werthe $\varphi(x)$ im Intervall (a, b), und $F(x)$ sei im Intervall (α, β) stetig. Alsdann wird behauptet, dass $\varphi(x) = F(\varphi(x))$ im Intervall (a, b) integrirbar ist.

Beweis. Wir theilen das Intervall (a, b) in n der Einfachheit halber gleiche Theile, und bezeichnen mit $\delta^{(n,\varepsilon)}$ einen jeden dieser Theile, in welchem die Schwankung von $\varphi(x)$ eine beliebig zu wählende Grösse ε nicht übersteigt. Bilden wir die Summe sämmtlicher solcher Theilintervalle: $\Sigma\delta^{(n,\varepsilon)}$, so ist b—a ihr Limes, wenn n in's Unbegrenzte wächst. Umgekehrt wenn für jeden noch so kleinen Werth ε die Summe $\Sigma\delta^{(n,\varepsilon)}$ den Limes b—a hat, so ist die Function $\varphi(x)$ integrirbar. Dies ist eine von der gebräuchlichen etwas abweichende Form der Bedingung der Integrirbarkeit, die nicht selten gute Dienste leistet.

Betrachten wir jetzt die Function $f(x) = F(\varphi(x))$. Einer Schwankung $\sigma^{(n,\varepsilon)}$ von $\varphi(x)$ in einer Strecke $\delta^{(n,\varepsilon)}$ entspricht eine Schwankung $\varsigma^{(n,\varepsilon)}$ von $f(x)$. Diese Schwankungen von $f(x)$ können aber durch Verkleinerung von ε sämmtlich unter einen gewählten Kleinheitsgrad gebracht werden. Denn da $F(\varphi)$ im Intervall (α, β) von φ stetig ist, so werden sämmtliche Schwankungen von $F(\varphi)$, welche Werthunterschieden von φ entsprechen, wegen der sogenannten gleichmässigen Stetigkeit mit dem grössten Werthunterschiede der φ zugleich beliebig verkleinert werden können.

Wir können folglich ε so klein annehmen, dass keine der Grössen $\varsigma^{(n,\varepsilon)}$ eine beliebig niedrige Grenze η übersteigt.

So können wir aber auch umgekehrt η beliebig klein annehmen, und die Summe $\Sigma\delta^{(n,\varepsilon)} = \Sigma\delta^{(n,\eta)}$ wird bei beliebig kleinen Schwankungen η von f(x) in den Theilstrecken $\delta^{(n,\eta)}$ die Grenze b — a haben, f(x) daher integrirbar sein. Q. E. D.

Weiter handele es sich um eine Function $F(\varphi(x), \psi(x))$ von zwei integrirbaren Functionen $\varphi(x)$ und $\psi(x)$. Im Intervall (a, b) von x möge $\varphi(x)$ dem Intervall (α, β), $\psi(x)$ dem Intervall (α_1, β_1) angehören. Und es sei $F(\varphi, \psi)$ eine im Gebiet $\alpha \leqq \varphi \leqq \beta$, $\alpha_1 \leqq \psi \leqq \beta_1$ stetige Function von φ und ψ. Bezeichnen wir ferner mit $\delta_\varphi^{(n,\varepsilon)}$, $\delta_\psi^{(n,\varepsilon)}$ die ähnlich wie oben definirten Theile von b—a in denen die Schwankung von φ resp. ψ die Grenze ε nicht übersteigt und mit $\delta_{\varphi,\psi}^{(n,\varepsilon)}$ die Theile von b—a in denen die Schwankung weder von φ noch von ψ die Grenze ε übersteigt: so muss, da sowohl $\Sigma\delta_\varphi^{(n,\varepsilon)}$ als $\Sigma\delta_\psi^{(n,\varepsilon)}$ die Grenze b — a haben, $\Sigma\delta_{\varphi,\psi}^{(n,\varepsilon)}$ die nämliche Grenze besitzen. Wegen der sogenannten gleichmässigen Stetigkeit der Function zweier Variabeln $F(\varphi, \psi)$ folgt das Weitere wie oben.

Die Ausdehnung dieses Beweises auf eine stetige Function einer beliebigen Anzahl integrirbarer Functionen liegt auf der Hand.

Auch eine Ausdehnung auf nur integrirbar vorausgesetzte Functionen von integrirbaren Functionen ist möglich, worauf ich an geeignetem Orte zurückkomme.

Jener allgemeine Satz gestattet u. A. die Behandlung, welcher ich in meinen „Erläuterungen zu den Anfangsgründen der Variationsrechnung" das Problem der kürzesten Linie unterwarf, *mutatis mutandis* auf das allgemeine Variationsproblem der einfachen Integrale auszudehnen.

Tübingen, 26. December 1881.

Herr v. **Bischoff** hielt einen Vortrag:

„**Bemerkung über die Geschlechtsverhältnisse der Feuerländer.**"

Ich bitte die hohe Classe um Nachsicht, wenn ich im Anschluss an frühere Mittheilungen ein etwas heikles Thema zur Sprache bringe, nämlich die Geschlechtsverhältnisse der Feuerländer. Allein diese Menschengruppe steht so entschieden noch auf der niedrigsten Stufe der Civilisation und lebt überhaupt in so absonderlichen Zuständen, dass es sehr angezeigt schien, bei ihrer dermaligen Anwesenheit in Europa und hier in München, den Versuch zu machen, über Verhältnisse Auskunft zu erhalten, welche selbst an Ort und Stelle nur sehr schwierig zu ermitteln sein dürften. Auch hier stellten sich einer solchen Ermittelung ihrer Geschlechts-Verhältnisse die grössten Schwierigkeiten entgegen, obgleich ich die Zuvorkommenheit und Gefälligkeit, mit welcher Herr Terne, der Director des Unternehmens, meine Wünsche unterstützte, nicht genug rühmen kann. Allein ausser der Schwierigkeit sich mit den Feuerländern zu verständigen, da sie nur eine sehr unvollkommene und gänzlich unbekannte Sprache besitzen, trat mir in überraschender Weise die Schamhaftigkeit der Individuen und insbesondere der weiblichen, sehr hinderlich entgegen, was wohl um so bemerkenswerther ist, da diese Menschen in ihrer

Heimath vollständig nackt einhergehen, und erst seit ihrer Ankunft in Europa sich an einige Bekleidung gewöhnt haben.

So gelang es mir denn nur mit Schwierigkeit, mich zu überzeugen, dass die Weiber auch dieses Völkerstammes sich im Wesentlichen in der Bildung ihrer äusseren Geschlechtsorgane nicht von dem allgemeinen menschlichen Typus entfernen, und nicht im Mindesten sich den bei den Affen und Anthropoiden vorkommenden Formen anschliessen. Sie besitzen gut entwickelte grosse Schamlippen, welche bei der untersuchten, noch jungen Person, eine ganz geschlossene Rima pudendorum begrenzen, und nach Oben und Vorne in einen gut entwickelten Schamberg übergehen. Auffallend aber ist, dass dieselben keine Spur von Haarwuchs zeigen, welcher auch nicht etwa künstlich entfernt ist. Auch in der Achselhöhle finden sich keine Haare. In Beziehung auf die kleinen Schamlippen, konnte ich mich nur soweit unterrichten, dass dieselben ganz innerhalb der grossen Schamlippen verborgen und daher nicht stark entwickelt, aber deutlich zu beobachten waren. Die Clitoris war jedenfalls nur klein und nicht affenartig gross. Wie sich die kleinen Schamlippen noch Unten und Hinten verhielten, und ob sie hier ein Frenulum mit einer Fossa navicularis bildeten, davon konnte ich mich bei dem Sträuben der Person nicht unterrichten. Ich will nur noch hinzufügen, dass es selbst bei den kleinen 4- und 3-jährigen Mädchen der Truppe unmöglich war, sich von dem Verhalten ihrer Geschlechtstheile zu überzeugen, indem ihr eigenes Sträuben auch noch von dem ihrer Mutter unterstützt wurde, daher ich denn über das Vorhandensein eines Hymens keine Auskunft erhalten konnte.

Sehr bemerkenswerth war, was mir über die Menstruationsverhältnisse dieser Feuerländerinnen mitgetheilt wurde.

Man hat es immer zu den specifischen Menschencharakteren gerechnet, selbst noch ehe man von der wahren Bedeutung dieser Erscheinung unterrichtet war, dass die Weiber aller Völkerschaften diese periodischen Blutungen aus den Genitalien wahrnehmen lassen, und auch der Typus derselben ein ziemlich übereinstimmender, vierwöchentlicher ist. Nur von den Lappländerinen und Grönländerinen ist angegeben worden, dass dieselben nur alle 3 Monate und selbst nur 2 bis 3 mal im Jahre menstruirt seien. Woher die beiden französischen Geburtshelfer Velpeau und Gardien diese Notiz erhielten, ist mir nicht bekannt. Nach Guérauld soll bei den Eskimos die Menstruation während der Zeit des Winters und des Mangels an Nahrung ausbleiben. Seitdem wir durch meine Untersuchung wissen, dass diese Blutung nur das äussere Symptom der periodischen Reifung der Eier (Ovulation) ist, besitzt dieselbe natürlich in Beziehung auf die Fruchtbarkeit der Weiber eine noch höhere Bedeutung, und wenn dieselbe wirklich bei einzelnen Völkerschaften seltener eintritt als bei anderen, so müssen wir daraus auf eine geringere Fruchtbarkeit derselben schliessen, wobei indessen nicht übersehen werden darf, dass möglicherweise die Ovulation vorhanden sein kann, ohne dass ihr äusseres Symptom in einer Blutung hervortritt, wie das ja bei den meisten Säugethieren während der Brunst der Fall ist.

Nun wurde mir von dem Wärter der Feuerländer, welcher dieselben von ihrer Heimath aus, also seit Juli vorigen Jahres bis jetzt begleitet hat, versichert, dass er bei den Weibern niemals eine Blutung aus den Genitalien habe wahrnehmen können, obgleich dieselben, wie gesagt, auf dem Schiffe noch ganz nackt gingen, und auch mit Recht von dem Wärter hervorgehoben wurde, dass man eine solche Blutung an ihren sparsamen Kleidungsstücken müsste bemerkt haben. Herr Terne indessen sagte mir, dass

er glaube zuweilen einige geringe Blutspuren an den Weibern beobachtet zu haben, ohne in Beziehung auf einen Typus irgend etwas aussagen zu können.

Es würde nun gewiss sehr bemerkenswerth sein, wenn wir hier eine Menschenart vor uns hätten, bei welcher die Ovulation ohne äussere Blutung stattfände, und ist es desshalb sehr zu wünschen, dass Herr Terne seine Absicht, durch eine angemessene Kleidung und eine genauere Controlle derselben die Thatsache sicherer festzustellen, ausführen wird. Ueber die Fruchtbarkeitsverhältnisse der Feuerländer ist Nichts bekannt, doch wird ihre ganze Anzahl auf kaum 4000 auf einer Fläche von circa 1500 □ Meilen angegeben, woraus man wohl auf eine geringe Fruchtbarkeit schliessen kann, welche abgesehen selbst von den klimatischen und ungünstigen Ernährungsverhältnissen, von einer selteneren Ovulation bei den Weibern bedingt sein könnte. Diese Vermuthung wird auch dadurch unterstützt, dass von den 4 Weibern während der Zeit ihrer Beobachtung, also seit 7 Monaten, nur eine schwanger ist, obgleich die Begattung wohl unzweifelhaft ausgeübt wird.

Von den Männern wurde mir mitgetheilt, dass bei denselben in Beziehung auf ihre Geschlechtsverhältnisse, Nichts Abweichendes von denen anderer Völkerschaften beobachtet werde, dieselben namentlich an den Geschlechtsorganen in gewöhnlicher Weise behaart seien. Doch scheint der Geschlechtstrieb bei denselben wenig entwickelt zu sein, indem sie als kalt und faul bezeichnet werden. Daher auch bei denjenigen ihrer Weiber, bei welchen dieses nicht der Fall ist, die Weissen vorgezogen werden. Der Coitus wird nach Angabe der Wärter ab anteriore vollzogen.

Es ist sehr zu wünschen, dass alle diese Verhältnisse während des Aufenthaltes der Feuerländer in Europa noch weiter festgestellt werden.

Herr Emil Fischer hält einen Vortrag über:

„Umwandlung des Xanthins in Theobromin und Caffeïn."

Das Xanthin hat die Zusammensetzung $C_5 H_4 N_4 O_2$ und unterscheidet sich von dem Theobromin $C_7 H_8 N_4 O_2$ durch den Mindergehalt von zwei Kohlenstoff und vier Wasserstoff. A. Strecker[1]) sprach desshalb schon vor längerer Zeit die Vermuthung aus, dass die zweite Base ein Dimethylderinat der ersteren sei. Er versuchte jedoch vergebens, seine Ansicht experimentell zu beweisen. Durch Erhitzen von Xanthinsilber mit Jodmethyl erhielt er vielmehr ein Methylxanthin, welches durchaus verschieden von Theobromin sein soll. Dieses negative Resultat scheint Strecker veranlasst zu haben, seine Anschauung über die Beziehungen der beiden Basen zu einander zu ändern, denn er schreibt unmittelbar nachher denselben zwei ganz verschiedene rationelle Formeln zu.

Im Anschluss an eine Untersuchung über die Natur des Caffeïns[2]) habe ich den Versuch von Strecker unter veränderten Bedingungen und mit besserem Erfolge wiederholt.

---

1) Annal. Chem. Pharm. 118. 172.

2) Berichte d. deutschen chem. Gesellschaft. XIV. 637. 1905. XV. 29.

Da das amorphe Xanthinsilber für den Zweck wenig geeignet schien, so wurde statt seiner das Bleisalz benutzt. Man erhält dasselbe als weissen krystallinischen Niederschlag, wenn man Xanthin in der zur Bildung des neutralen Salzes $C_5 H_2 N_4 O_2 Na_2$ nöthigen Menge Natronlauge löst und in der Siedehitze mit essigsaurem Blei fällt. Wird das bei 130° getrocknete Salz mit der 1¼ fachen Gewichtsmenge Jodmethyl im geschlossenen Rohre 12 Stunden auf 100° erhitzt, so findet eine vollständige Umsetzung statt und der Röhreninhalt ist in eine fast trockene, durch Jodblei stark gelb gefärbte Masse verwandelt.

Dieselbe wurde mit Wasser ausgekocht, die Lösung zur Entfernung einer kleinen Menge Blei mit Schwefelwasserstoff behandelt und das farblose Filtrat nach dem Uebersättigen mit Ammoniak verdampft.

Bei genügend starker Concentration schied sich schon in der Hitze ein schwach gelb gefärbtes krystallinisches Pulver ab, welches alle Eigenschaften des Theobromins besitzt. Für die Analyse wurde das Product in heisser, starker Salzsäure gelöst und nach der Entfärbung durch Thierkohle mit Wasser und Ammoniak gefällt.

Gefunden:		Berechnet für $C_7 H_8 N_5 O_2$
C	46,7	46,66
H	4,1	4,4
N	31,7	31,1

Um endlich jeden Zweifel über die Identität der Verbindung mit dem natürlichen Theobromin zu beseitigen, wurde dieselbe nach der Methode von Strecker noch in Caffeïn übergeführt.

Durch diese Resultate ist der unanfechtbare Beweis geliefert, dass Theobromin und Caffeïn als Dimethyl- beziehungsweise Trimethylxanthin aufzufassen sind. Zugleich

wird dadurch die Constitution des Xanthins selber aufgeklärt.

Wie ich vor Kurzem nachgewiesen habe, ist das Caffeïn nach folgendem Schema constituirt:

```
CH3 . N — CH
      |    ||
      CO   C — N . CH3
      |    |     \
      |    |      CO
      |    |      |
CH3 . N  — C  =   N
```

Das Xanthin erhält mithin die Formel:

```
HN — CH
|    ||
CO   C — NH
|    |     \
|    |      CO
|    |     /
HN — C  = N
```

während das Theobromin mit der Formel:

```
CH3 . N — CH
      |    ||
      CO   C — N . CH3
      |    |     \
      |    |      CO
      |    |     /
   HN  —   C = N
```

in der Mitte zwischen den beiden vorhergehenden steht.

Wie ein Blick auf diese Formeln zeigt, vertheilen sich die beiden zuerst in das Xanthin eintretenden Methyl gleichmässig auf beide Harnstoffgruppen.

Dasselbe ist bei der Harnsäure der Fall; denn die Dimethylharnsäure zerfällt nach den Versuchen von Hill

bei der Spaltung durch Chlor in Methylharnstoff und Monomethylalloxan.

Mit dem Xanthin nahe verwandt sind bekanntlich Guanin und Sarkin[1]). Das erstere enthält an Stelle eines Harnstoffrestes die Guanidingruppe. Seine Constitution lässt sich also durch eine der beiden folgenden Formeln veranschaulichen:

```
     HN — CH                        HN — CH
      |   ||                         |   ||
HN = C    C — NH                    CO   C — NH
     |    |    \         oder        |   |    \
     |    |     CO                   |   |     C = NH
     |    |    /                     |   |    /
     HN — C = N                     HN — C = N
```

Die erste halte ich mit Rücksicht auf das Verhalten des Guanins gegen Chlor für die wahrscheinlichere. Während Xanthin, Theobromin und Caffeïn, wie ich mich durch besondere Versuche überzeugt habe, bei der Behandlung mit Salzsäure und Kaliumchlorat, Alloxan resp. dessen Methylderivate liefern, entsteht aus dem Guanin unter denselben Bedingungen keine Spur dieses Körpers. Es zerfällt, wie Strecker ganz richtig beobachtet hat, direct in Guanidin, Kohlensäure und Parabansäure.

Das Sarkin endlich unterscheidet sich von dem Xanthin durch den Mindergehalt von einem Sauerstoffatom und lässt sich durch Oxydation mit Salpetersäure in letzteres umwandeln.

Geht man von der obigen Formel des Xanthins aus, so werden die Beziehungen beider Körper zu einander am leichtesten verständlich, wenn man in dem Sarkin an Stelle eines Harnstoffrestes die Atomgruppe N = CH — N annimmt.

---

1) Annal. Chem. Pharm. 118. 151.

Unter dieser Voraussetzung lassen sich jedoch drei verschiedene Formeln construiren. Welche von denselben die richtige ist, hoffe ich durch Methylirung und nachfolgende Spaltung der Base mit Chlor entscheiden zu können.

Der Nachweis, dass die bisher nur als Producte des thierischen Stoffwechsels beobachteten drei Verbindungen Xanthin, Guanin und Sarkin den Pflanzenbasen Caffeïn und Theobromin gleich constituirt sind, führt zu dem Schlusse, dass alle diese Körper aus ähnlichen Stoffen durch dieselben chemischen Processe im Organismus gebildet werden. Vielleicht sind dieselben directe Spaltungsproducte der Eiweisstoffe; ich halte es jedoch vorläufig für wahrscheinlicher, dass sie synthetisch aus Harnstoff oder seinen einfachen Derivaten und einem Oxydationsproduct des Glycerins resp. der Fette durch Wasserabspaltung entstehen.

Durch die oben beschriebene Umwandlung des Xanthins in Caffeïn ist ferner die Möglichkeit gegeben, diese Base, welche als der wirksamste Bestandtheil zweier wichtiger Genussmittel ein besonderes Interesse hat, aus einem anderen Rohmaterial, dem Guano, zu gewinnen.

Von der Royal Society of Victoria in Melbourne:

Transactions und Proceedings. Vol. XVII. 1881. 8°.

Vom Oesterreichischen Ingenieur- und Architekten-Verein in Wien:

II. Bericht des hydrotechnischen Comités über die Wasserabnahme in den Quellen, Flüssen und Strömen. 1881. 8°.

Vom Polytechnischen Verein in München:

Katalog der Bibliothek, Stand Ende Juli 1881. 8°.

Von The Lords Commissioners of the Admiralty in London:

Catalogue of 12441 Stars for the Epoch 1880 from Observations made at the Royal Observatory, Cape of Good Hope 1871 —1879 by E. J. Stone. 1881. 4°.

Von der K. Akademie der Wissenschaften in Kopenhagen:

Skrifter. Naturvidenskab. Afdeeling. Vol. II. 1881. 4°.

Von der Societas pro Fauna et Flora fennica in Helsingfors:

Meddelanden. Heft 6—8. 1881. 8°.

Von der Academia Real das Sciencias in Lissabon:

a) Memorias. Classe de sciencias mathematicas. Nova Serie. Tomo V, 2. VI, 1. 1878—81. 4°.
b) Jornal de sciencias mathematicas, physicas e naturaes No. 24—29 (Dez. 1878 bis Dez. 1880). 1878—80. 8°.
c) Flora dos Lusiadas pelo Conde de Ficalho. 1880. 8°.
d) Elementos de histologia geral por Ed. Aug. Motta. 1880. 8°.
e) Vida e viagens de Fernão de Magalhães por Diego de Barros Arana, trad. do hespanhol. 1881. 8°.
f) Conferencias celebradas acerca dos descobrimentos dos Portuguezes na Africa. No. 4. 1880. 8°.

Von John Hopkins University in Baltimore:

American Journal of Mathematics. Vol. IV. 1881. 4⁰.

Von der Kaiserlichen Bergverwaltung in Tiflis:

Materialy dlă geologiy Kavkasa. Heft 3. 1881. 8⁰.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Görlitz:

Abhandlungen. Bd. 17. 1881. 8⁰.

Von der Astronomical Society in London:

Monthly Notices. Vol. 42. 1881. 8⁰.

Von der Schweizerischen geodätischen Commission in Zürich:

Das Schweizerische Dreiecknetz. Bd. I. 1881. 4⁰.

Von der 3. internationalen Polar-Konferenz in St. Petersburg:

Bericht über die Verhandlungen und Ergebnisse. 1881. 4⁰.

Vom North of England Institute of Mining & Mechanical Engineers in Newcastle-upon-Tyne:

a) Transactions. Vol. 1, 2, 8—20, 21—33 und Index zu vol. 1—25 (1852—76). 1852—1881. gr. 8⁰.
b) An Account of the Strata of Northumberland and Durham. Tom. 1. 2. 1878—81. 8⁰.
c) Illustrations of fossil plants prepared under the supervision of the late Dr. Lindley, ed. by G. A. Lebour. London 1877. 8⁰.
d) Catalogue of the Hntton Collection of fossil plants by G. A. Lebour. London 1878. 8⁰.

Von der Royal Geological Society of Ireland in Dublin:

Journal. Vol. XVI. London 1881. 8⁰.

Vom Muséum d'histoire naturelle in Paris:

Nouvelles Annales. II. Série. Tom. 4. 1881. 4°.

Vom Astrophysikalischen Observatorium in Potsdam:

Publicationen. Bd. II. 1881. 4°.

Vom Instituto historico geographico e ethnographico do Brasil in Rio de Janeiro.

Revista trimensal. Vol. 39, 1. 2. 40, 1. 2. 41, 1. 2. 42, 1. 2. 43, 1. 1876—80. 8°.

Von der Boston Society of natural History in Boston:

Anniversary Memoirs. 1830—1880. 1880. 4°.

Vom United States Naval Observatory in Washington:

a) Astronomical and meteorological Observations. Part. II. 1880. 4°.
b) Reports on the total Solar Eclipses of July 29, 1880 and January 11, 1880. 4°.

Vom United States Department of Agriculture in Washington:

Annual Report of the Commissioner of Agriculture for the years 1878 and 1879. 1879—80. 8°.

Von der American philosophical Society in Philadelphia:

Proceedings. Vol. XIX. No. 108. 1881. 8°.

Vom Essex Institute in Salem:

a) Bulletin. 1880. Vol. XII. 1880. 8°.
b) Visitors' Guide to Salem. 1880. 8°.

Von der Redaction des American Journal of Science in New-Haven.

The American Journal of Science. Vol. XXII. 1881. 8°.

Von der Society of natural sciences in Buffalo:

Bulletin. Vol. IV. 1881. 8°.

Von der Oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Giessen:

20. Bericht. 1881. 8°.

Von Herrn Fridolin Sandberger in Würzburg:

Untersuchungen über Erzgänge. Heft I. Wiesbaden 1882. 8°.

Von Herrn L. Cremona in Rom:

Collectanea mathematica nunc primum edita cura et studio L. Cremona et E. Beltrami. Mediolani 1881. 8°.

Von Herrn Ferdinand v. Müller in Melbourne.

Eucalyptographia. Decade III und VII. Melbourne 1879 bis 80. 4°.

Von Herrn Gustavus Hinrichs in Jowa City, Jowa.

Report of the Jowa Weather Service. 1879, Mai—Dec. 1880, Januar—April. Des Moines 1880. 8°.

Von Herrn L. A. Huguet-Latour in Montreal, Canada:

a) Proceedings at the annual Meeting of the Natural History Society of Montreal for the year ending Mai 1881. Montreal 1881. 8°.
b) 29th annual Report of the Natural History Society of Montreal, 18th May 1857. Montreal 1857. 8°.
c) Exposition provinciale de Quebec. Liste des prix. Montreal 1881. 8°.
d) Geological Survey of Canada. 4 Karten.

Von Herrn Hébert in Paris:

Le Terrain crétacé des Pyrenées. 1881. 8°.

Von Herrn George A. Gibson in Edinburgh:

The Action of Duboisia on the Circulation. 1881. 8°.

Von Herrn Baeyer in Berlin:

Ueber die Nivellements-Arbeiten im Preussischen Staate. 1881. 4°.

Von Herrn K. Prantl in Würzburg:

Untersuchungen zur Morphologie der Gefäss-Kryptogamen. Heft I. II. Leipzig 1875—81. Fol.

Von Herrn Ernst Ebermayer in München:

Physiologische Chemie der Pflanzen. Bd. I. Berlin 1882. 8°.

Von Herrn Johann N. Woldrich in Wien:

Diluviale Fauna von Zuzlawitz bei Winterberg im Böhmerwalde. Th. II. 1881. 8°.

Von Herrn Gustaf Retzius in Stockholm:

Das Gehörorgan der Wirbelthiere. Bd. I. 1881. Folio.

Von Herrn William Harkness in Washington:

On the relative accuracy of different methods of determining the Solar Parallax. New Haven 1881. 8°.

Von Herrn Gerhard vom Rath in Bonn:

Palaestina und Libanon. 1881. 8°.

Von Herrn Eduard Regel in St. Petersburg:

Descriptiones plantarum novarum. Fasc. 8. Petropoli 1881. 8.

Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

1882. Heft III.

München.
Akademische Buchdruckerei von F. Straub.
1882.

In Commission bei G. Franz.

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Oeffentliche Sitzung

zur Feier des 123. Stiftungstages

am 28. März 1882.

Der Secretär der mathematisch-physikalischen Classe Herr v. Kobell zeigt nachstehende Todesfälle der Mitglieder an:

Das ordentliche Mitglied: Dr. Hermann v. Schlagintweit-Sakünlünski. Die auswärtigen Mitglieder Dr. Schleiden und Th. Schwann. Die correspondirenden Mitglieder: Dr. Heine und Achille Delesse.

Dr. Hermann von Schlagintweit-Sakünlünski.

Geb. am 13. Mai 1826 in München.
Gest. am 19. Januar 1882 ebenda.

Schlagintweit begann die wissenschaftliche Laufbahn mit Studien über physikalische Geographie. Von 1846—48 unternahm er mit seinem Bruder Adolph Reisen in den Alpen, die er 1851 fortsetzte und dabei ein reiches Material sammelte, um die physischen Verhältnisse der genannten Gebirgszüge in Beziehung auf Atmosphäre, deren Durchsichtigkeit, Farbe des Himmels, Vertheilung der mittleren Jahrestemperatur, über den Kohlensäuregehalt der Luft und die

dortigen Regenverhältnisse zu erforschen. Er untersuchte die physischen Eigenschaften des Eises im Zusammenhang mit den vorzüglichsten Phänomenen der Gletscher und verband damit mehrere Höhenbestimmungen. Von 1851—54 docirte er als Privatdocent an der Universität zu Berlin über Meteorologie und physikal. Geographie. Von 1854 bis 1857 unternahm er mit seinem Bruder Adolph auf Befürwortung von Al. v. Humboldt in Auftrag der Brittisch-ostindischen Compagnie und mit Unterstützung der Preussischen Regierung eine Reise nach Ostindien, Tibet und den angrenzenden Ländern. Auf dieser Reise begleitete ihn auch ein jüngerer Bruder Robert. Adolph, der durch Hochasien nach Sibirien vordringen wollte, wurde zu Kaschgar in Ost-Turkestan ermordet.

Die Reiseberichte Schlagintweits über Indien und Hochasien sind in englischer Sprache im Journal der Asiatic Society of Bengal aufgenommen. Eine deutsche Ausgabe der „Reisen" ist in 4 Bänden (1869—75) bei Costenoble erschienen mit Karten, xylographischen Tafeln und Profil-Panoramen. Den, in diesen Bänden zusammengestellten Abhandlungen über den Himalaya, über Tibet und Ost-Turkistan sind auch Darstellungen der Landschaft und der Cultur und Sitten der Bewohner beigegeben.

Nachträge und Detailstudien über die Höhenverhältnisse von Indien und Hachasien, über deren Temperaturstationen und Isothermen, thermische Verhältnisse der tiefsten Gletscherenden im Himalaya und in Tibet und viele andere betreffende Beobachtungen sind in den Sitzungsberichten der Akademie mitgetheilt. — Ebenda findet sich eine Abhandlung über Nephrit, Jadëit und Saussurit im Künlüngebirge. — Ein sinnreiches Instrument zur Längenbestimmung von Wegen und Flüssen auf Karten ist sein „Skalenrädchen". Seine reichhaltigen Sammlungen für Botanik, Zoologie und Paläontologie boten schätzbares Material

für wissenschaftliche Untersuchungen und sind von Buchenau, Engler, Schulz-Bipontinus, Günther, Oppel und Gümbel bearbeitet worden. Andere Gegenstände seiner Sammlungen, Buddhistisches und Tibetanisches, die Volkssprachen Ostindiens und Aehnliches hat sein Bruder Emil Schlagintweit bearbeitet.

Man erkennt aus der Uebersicht seiner Leistungen, dass Hermann von Schlagintweit mit aufopferndem Fleiss und ausgebreitetem Wissen seine Arbeiten durchführte und sind denn auch seine Verdienste in vielfacher Weise durch Orden und Ehrendiplome ausgezeichnet worden. — Den Beinamen Sakünlünski erhielt er als russischen Ehrentitel von der literarischen Societät in Kasan, wegen seiner Uebersteigung des Gebirges Künlün und mit dem Namen Schlagintweit-Sakünlünski ist er von König Max II. von Bayern dem Adelsstand des Königreichs einverleibt worden.

Mathias Jakob Schleiden.

Geb. 1804 am 5. April in Hamburg.
Gest. 1881 am 23. Juni zu Frankfurt.

Schleiden, zuerst Advokat in Hamburg, wurde 1839 Professor der Botanik in Jena und 1863 in Dorpat. Er privatisirte dann in Dresden. Schleiden hat sich besonders um Phytotomie und Physiologie der Pflanzen verdient gemacht, unter andern durch seine Untersuchungen, betreffend die Umbildungen des Pflanzen-Ei's zum Embryo. Es wird hervorgehoben, wie er seine Arbeiten mit seltener wissenschaftlicher Strenge durchgeführt und wie er unwissenschaftlichen Darstellungen mit einer oft beissenden Kritik entgegengetreten ist. Er hat dadurch, wie ihm v. Martius das Zeugniss giebt, einen sehr wohlthätigen Einfluss auf die Wissenschaft ausgeübt und so zu sagen, des öfteren die Luft der botanischen Literatur gereinigt. Ausser seinen

Werken „Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik“ und „Handbuch der Pharmakognosie“ hat er sich durch die geistreichen Schriften „Die Pflanze und ihr Leben“ und „Die Geschichte und Symbolik der Rose“ als ein origineller und vielseitiger Gelehrter ausgezeichnet.

Theodor Schwann.

Geb. 1810 am 7. December zu Neuss, Reg.-Bezirk Düsseldorf.
Gest. 1881 am 11. Januar in Köln.

Schwann erhielt seine wissenschaftliche Ausbildung auf dem Neusser Progymnasium, im Jesuiten-Collegium zu Köln und weiter an den Universitäten zu Bonn, Würzburg und Berlin, wo er Medicin und Naturwissenschaften studirte. In Berlin erwarb er 1834 den Doctortitel und als Assistent des berühmten Physiologen Johannes Müller machte er sich ruhmvoll bekannt durch seine Arbeit über die Entwicklung der Eier, über das Wesen des Verdauungsprocesses, durch die Entdeckung des Pepsins und durch seine Versuche über die Weingährung und über Fäulniss. Weitere Untersuchungen betrafen das Gesetz der Muskelzusammenziehung und der Contractilität der Arterien, sowie über die Functionen der Galle. Als die glänzendste seiner Arbeiten ist seine Zellentheorie hervorzuheben und die mikroskopische Untersuchung über die Uebereinstimmung der Thiere und Pflanzen in der Textur und im Wachsthum. Er hat zuerst diese, früher nicht anerkannte Gleichheit der Entwickelungsgesetze der Elementartheile der Thiere und Pflanzen nachgewiesen, mit der es sich ähnlich verhalte, wie bei den Krystallen, welche trotz der Verschiedenheit ihrer Form, alle nach denselben Gesetzen sich bilden. Diese wichtige Thatsache war verborgen geblieben, da Zellengebilde, wie sie in den Pflanzen zu beobachten, bei den Thieren gar *nicht* vorzukommen schienen. Einen geschichtlichen Ueber-

blick über die betreffenden Beobachtungen und Erfahrungen der hervorragendsten Physiologen hat er in der Einleitung zu seiner Schrift der mikroskopischen Untersuchungen dargelegt.

Schwann wurde bereits im Jahre 1838, erst 28 Jahre alt, zum ordentlichen Professor der Universität Löwen berufen und vertauschte, zehn Jahre später, diesen Lehrstuhl mit dem gleichen in Lüttich.

Heinrich Eduard Heine.

Geb. 1821 am 15. März zu Berlin.
Gest. 1881 am 24. Oktober zu Halle.

E. Heine war seit 1856 ordentl. Professor der Mathematik an der Universität zu Halle, früher Privatdocent und ausserordentlicher Professor an der zu Bonn.

Heine nahm nach dem Zeugniss der Fachgenossen unter den aus Dirichlets Schule hervorgegangenen Mathematikern eine hervorragende Stelle ein und hat zahlreiche, die Integralrechnung betreffende Abhandlungen publicirt. Seine Untersuchungen über Kugelfunctionen, über die Theorie der Kettenbrüche und über die elliptischen Integrale sind als sehr werthvolle Arbeiten anerkannt, ebenso seine Abhandlungen über Reihenentwicklung algebraischer Funktionen, über den Uebergang von den unbestimmten zu den bestimmten Integralen und sein Beitrag zur Theorie der Anziehung und der Wärme.

Achille Delesse.

Geb. 1817 am 3. Februar zu Metz.
Gest. 1881 am 24. März zu Paris.

Delesse machte seine ersten Studien in seiner Vaterstadt, kam dann in die Polytechnische Schule und 1839 in das Corps des Mines. Wissenschaftliche Reisen in Frankreich, Deutschland, Polen und England erweiterten und

vermehrten seine Kenntnisse in den gewählten Fächern der Mineralogie und Geologie, für welche er 1845 als Professor in Besançon angestellt wurde. Nach 5 Jahren kam er wieder nach Paris, docirte an der Sorbonne und wurde Maître des conférences an der École Normale supérieure, indem er gleichzeitig die Stelle eines Ingénieur des Mines übernahm. Seine ersten Arbeiten im Gebiete der Mineralogie betrafen chemische Untersuchungen verschiedener Mineralspecies und die Natur der Pseudomorphosen. Dann beschäftigte er sich mit zahlreichen Analysen der plutonischen und vulkanischen Gesteine und mit den Erscheinungen des Metamorphismus. Er studirte den Einfluss hoher Temperatur auf die Veränderung normaler Felsarten, ebenso den Einfluss heisser Quellen und anderer, aus der Tiefe kommenden und nachhaltig wirkenden Ausströmungen, ferner die Meeresablagerungen der Tiefe und den Aufschluss, welchen sie für die Schichtenbildungen der Gesteine geben.

Eingehende mineralchemische Untersuchungen betreffen die Felsarten der Vogesen, den Protogin der Alpen und den Kugeldiorit von Corsika, ferner Granit und den antiken rothen Porphyr. — Er nahm bei seinen Arbeiten stets Rücksicht auf die Leistungen Anderer und hat seit 20 Jahren eine Révue de progrès de la Géologie in den Annales des Mines publicirt. Mit unermüdlicher Thätigkeit widmete er sich den Funktionen am Bergkorps. Er wurde zum Professor der Agrikultur an der École des Mines ernannt und gründete den geologischen Cours des agronomischen Instituts. Im Jahre 1879 wurde er Mitglied der Akademie, war Präsident der Geographischen Gesellschaft und war Officier der Ehrenlegion (1876).

Er war durch edlen Charakter wie durch umfassende Kenntnisse hervorragend und wurde sein Verlust schmerzlich von Allen beklagt, welche ihn kennen gelernt haben.

Mathematisch-physikalische Classe.

Nachtrag zur Sitzung vom 3. December 1881.

Herr L. Radlkofer sprach:

„Ueber die Zurückführung von *Omphalocarpum* zu den Sapotaceen und dessen Stellung in dieser Familie.“

Die Gattung *Omphalocarpum*, mit der einzigen Art *O. procerum*, ist von Palisot-Beauvois, welcher vor fast hundert Jahren (1786—87) die Pflanze in Westafrica zuerst beobachtete und in seiner Flore d'Oware et de Benin en Afrique, Vol. I, p. 6 und 7, tab. 5 und 6 bekannt machte, der Familie der Sapotaceen zugewiesen worden — unter Zustimmung von Jussieu, wie der „Extrait de la Decade philosophique“ bekundet, welcher der genannten Flora vorausgeschickt ist.

In dieser Stellung ist die Pflanze lange Zeit belassen worden, ohne dass ein Zweifel über die Richtigkeit derselben sich erhoben hätte. So bei Endlicher Gen. Plant., 1836 bis 40, p. 741, Meisner Gen. Plant., 1839, p. 251 (160), Alph. De Candolle Sapotaceae in De Cand. Prodrom. VIII, 1844, p. 207, Lindley Veget. Kingd. Ed. II, 1846, p. 591 u. s. w. Freilich scheint die Auffassung all der

genannten Autoren lediglich auf den Angaben von Beauvois zu beruhen, da kaum in irgend einem der europäischen Herbarien, die zu Paris (Musée d'Histoire naturelle, Hb. Delessert, Hb. Jussieu?) ausgenommen, Theile der einen schlanken, hohen Baum mit weit unter der belaubten Zweigkrone aus dem Stamme, 3—4 M. über dem Boden, hervorbrechenden Blüthen und Früchten darstellenden Pflanze vorhanden gewesen sein dürften, welche als Material zu erneuter Untersuchung hätten dienen können.

Solche Materialien scheinen erst Bentham und Hooker wieder zur Verfügung gestanden zu haben, welche die Untersuchung der von Mann (um 1859—62) gesammelten und nach Kew übersendeten Theile der Pflanze, wie gleich in ihren Worten dargelegt werden soll, zu der Anschauung geführt hat, dass die Pflanze nicht zu den Sapotaceen, sondern zu der im System weit davon abgerückten Familie der Ternströmiaceen zu rechnen sei.

In den Genera Plantarum von Bentham & Hooker findet sich, und zwar in Vol. I, Pars 1, 1862, p. 185, *Omphalocarpum* Beauv. der Familie der Ternströmiaceen einverleibt mit der Bemerkung: Sepala et petala omnino Ternströmiacearum, und in Vol. II, Pars 2, 1876, p. 653 ist die in Rede stehende Pflanze unter den aus der Familie der Sapotaceen auszuschliessenden Gattungen aufgeführt mit der Bemerkung: *Omphalocarpum* Beauv. supra I, 185 sub Ternströmiaceis inclusum pluribus notis imprimis fructu et seminibus convenit Sapotaceis ubi olim collocatum fuit, sed flores diclines, petala saltem in floribus ♀ libera et staminum indoles discrepant. Der Anschauung von Benth. & Hook. folgt auch Oliver in seiner Flora trop. Africa, Vol. I, 1868, p. 171.

Nach Untersuchungen, welche ich jüngst an der Frucht und den Samen von *Omphalocarpum procerum* Beauv. anzustellen Gelegenheit hatte, finde ich mich veranlasst die

Pflanze wieder zur Familie der Sapotaceen zurückzuführen. Ich bin mir dabei wohl bewusst, dass es misslich ist, nach einer Untersuchung nur einzelner Theile einer Pflanze ein bestimmtes Urtheil über ihre Stellung im Systeme zu formuliren und doppelt und dreifach misslich in dem gegebenen Falle, in welchem die von mir vertretene Meinung eben dieselbe ist, welche nach der Untersuchung viel vollständigeren Materiales schon einmal eine Zurückweisung erfahren hat, und zwar von den gewiegtesten aller unserer Systematiker. Wenn ich trotz all dem mit meiner Meinung hervortrete, so geschieht es im Vertrauen auf die Untersuchungsmethode, welche mich zu dem eben ausgesprochenen Resultate geführt hat — die anatomische Methode, für welche ich eben dieses Resultat als einen Prüfstein hinzustellen wünsche, wie ich es bei anderer Gelegenheit hinsichtlich ähnlicher Resultate (in verschiedenen Abhandlungen über die Familie der Sapindaceen) wiederholt gethan habe, um den Werth dieser Methode, von welcher ich aus theoretischen Gründen für die Klärung und den Ausbau des Systemes grossen Erfolg erwarten zu dürfen glaubte und deren Pflege ich mir deshalb beim Uebergange zu Arbeiten auf dem Gebiete der systematischen Botanik zur besonderen Aufgabe gemacht habe, in ein helleres Licht zu setzen und ihrer Anwendung zum Vortheile der Wissenschaft Freunde und Boden zu gewinnen.

Die Materialien, an welchen meine Untersuchungen angestellt wurden, und welche aus derselben Quelle stammen, sind zweierlei: nämlich einmal Früchte mit unreifen Samen, welche durch das Grosshandlungshaus Thomas Christy & Co. in London im Oktober 1881 dem hiesigen Herbarium zukamen; dann um ein paar Wochen später in meine Hände gelangte reife Samen, welche Herr Garteninspector Kolb einer eben solchen, um dieselbe Zeit und von Seite der gleichen Firma an den Garten zu

Bologna gelangten Frucht zu entnehmen Gelegenheit gehabt hat.

Den an das hiesige Herbarium gelangten Früchten war keinerlei Angabe über die betreffende Stammpflanze oder deren Heimath beigegeben.

Eine erste Untersuchung dieser Früchte hinsichtlich ihrer morphologischen Verhältnisse führte mich zu der Annahme, dass sie einer Pflanze aus der Familie der Sapotaceen angehören möchten, und ich wurde in dieser Auffassung bestärkt durch die mikroskopische Untersuchung der Schale eines der aus der Frucht genommenen Samen, welche zwar nicht ganz reif, aber doch so weit ausgebildet waren, dass ich hoffen konnte, durch die Vergleichung des bei nahe verwandten Gattungen meist grosse Uebereinstimmung zeigenden anatomischen Baues der Samenschale mit dem bei anderen Sapotaceen zu einem bestimmten Urtheile über die Richtigkeit oder Unrichtigkeit der aus den morphologischen Verhältnissen gewonnenen Anschauung zu gelangen. Ich war auf diese Untersuchung gerade der Samenschale besonders dadurch hingewiesen, dass das Innere des Samens der unvollständigen Reife halber über manche wichtige Frage, wie über das Fehlen oder Vorhandensein von Albumen, über die Consistenz des Embryo, über die Natur der ihm als Reservenahrung dienenden Stoffe u. dgl. Aufschlüsse nicht zu gewähren im Stande war.

Das Resultat dieser Untersuchung war, wie gesagt, der ersten Auffassung günstig. Die Samenschale stimmte hinsichtlich ihres Baues mit der von *Achras Sapota L.* in allen wesentlichen Punkten überein. Gewisse Abweichungen, namentlich eine geringere Dicke der Zellwandungen, schienen sich leicht aus dem Umstande erklären zu lassen, dass die betreffenden Samen noch nicht vollständig ausgereift waren. Auch die nahezu holzige Beschaffenheit des Pericarpes schien mir der ersten Auffassung nicht geradezu entgegen zu

stehen; denn die anatomische Untersuchung liess leicht erkennen: es rühre diese Beschaffenheit von dem Auftreten sehr vergrösserter solcher Concretionen von Steinzellen her, wie sie in dem Gewebe vieler fleischigen Früchte und so auch in dem der dadurch bald mehr bald weniger corticos werdenden „Beeren" der Sapotaceen (wie weiter unten noch näher anzuführen sein wird) mehr oder minder zahlreich vorkommen, nur dass sie hier grössere Dimensionen als gewöhnlich angenommen hatten, wogegen die Membranen der betreffenden Zellen sich dünner erwiesen als sonst.

Ich theilte nun, um nicht etwa ohne Noth durch weitere Ausdehnung der vergleichenden Untersuchung und literarischen Nachforschung zum Zwecke näherer Bestimmung der in Rede stehenden Früchte Zeit und Mühe zu verlieren, meine vorläufige, wie mir schien, ziemlich sicher gewordene Annahme Herrn Th. Christy mit und knüpfte daran die geeigneten Fragen, um zu erfahren, ob etwas meiner Annahme Entsprechendes über die Stammpflanze und ihre Heimath, sowie über eine allenfallsige Verwendung derselben bereits bekannt sei.

Es wurde mir sehr bald die freundliche Mittheilung, dass die Frucht, aus welcher eine eigenthümliche, Vogelleim ähnliche Substanz gewonnen werde, von einer Art Cautschucbaum („a species of India rubber tree") herrühre, der angeblich am Gaboon-Flusse in Westafrica zu Hause sei, zu den Ternströmiaceen gehöre und *Omphalocarpum procerum* genannt sei.

An dieser Mittheilung war es zweierlei, was mich überraschte: erstens natürlich, dass sich meine Vermuthung über die Zugehörigkeit der Pflanze zur Familie der Sapotaceen nicht bestätigt zeigte, und zweitens, dass es auch unter den Ternströmiaceen Pflanzen gebe, welche cautschucartige Stoffe liefern, während meines Wissens bis dahin nur die Milchsäfte gewisser Artocarpeen, Euphorbiaceen,

Apocyneen, Asclepiadeen, Sapotaceen und Lobeliaceen als die Quelle von Cautschuc und demselben ähnlichen Producten, wie Gutta-Percha, bekannt geworden waren.

Das eine wie das andere veranlasste mich, über die betreffende Pflanze zunächst in der Literatur näher Umschau zu halten. Was sich dabei herausstellte, nämlich dass *Omphalocarpum* erst in neuerer Zeit zu den Ternströmiaceen übertragen worden sei, während diese Gattung früher eben der Familie, auf welche ich die untersuchten Früchte beziehen zu müssen geglaubt hatte, der Familie der Sapotaceen nämlich, zugerechnet worden war, habe ich Eingangs bereits dargelegt.

Trotz der aus all diesem — aus meinen vorläufigen Untersuchungen einerseits, aus der Literatur andererseits — geschöpften Vermuthung, dass die früher der Pflanze gegebene Stellung die richtige gewesen sein möchte, hätte ich ein befriedigendes und als sicher zu betrachtendes Urtheil darüber kaum zu gewinnen vermocht, wenn nicht die oben erwähnten reifen Samen aus Bologna in meine Hände gelangt wären.

Schon die makroskopische Vergleichung dieser Samen mit denen von *Achras Sapota,* welche unter allen mir zur Vergleichung zugänglichen Sapotaceen-Samen als die nächst ähnlichen erschienen, noch mehr aber die mikroskopisch-anatomische und zugleich mikrochemische Untersuchung der beiderlei Samen ergab eine so vollständige Uebereinstimmung derselben, dass über eine sehr nahe Verwandtschaft von *Omphalocarpum* und *Achras* meiner Meinung nach kein Zweifel mehr bestehen bleibt, und *Omphalocarpum* füglich zu derselben Familie wie *Achras Sapota* gerechnet werden muss, zur Familie also der Sapotaceen. Ja es erscheint mir in hohem Grade wahrscheinlich, dass *Omphalocarpum* näher als mit irgend einer anderen

Sapotaceen-Gattung mit der Gattung *Achras* verwandt sei und unmittelbar neben dieser seine Stelle im Systeme zu erhalten habe.

Ich werde auf die nähere Beleuchtung dieser Annahmen später zurückkommen.

Für jetzt wende ich mich der Darlegung des Untersuchungsresultates der beiderlei Samen zu.

Die Samen von *Omphalocarpum procerum* und *Achras Sapota* sind annähernd von gleicher Gestalt, die ersteren aber nach allen Durchmessern nahezu um das Doppelte grösser als die letzteren, welche, um Grösse und Gestalt kurz anzudeuten, einem kleinen Mandelkerne ähnlich sind. Der zur Untersuchung benützte Same von *Omphalocarpum* war 36 mm lang, 22 breit, 8 dick. Es hält nicht schwer, unter einer grösseren Anzahl von *Achras*-Samen solche zu finden, welche nach all diesen Dimensionen ziemlich genau die Hälfte messen, die meisten aber gehen nach der einen oder anderen Richtung über diese Grenze hinaus. Solche grössere Samen von *Achras* sind in der Flora brasiliensis Vol. VII (Fasc. 32, 1863), tab. 23 abgebildet, kleinere bei Gärtner, Carpolog. II, 1791, tab. 104, abgesehen von den Figuren h und i, welche nach der Figurenerklärung, p. 104, nicht hieher gehören und auf welche ich bei der verwandtschaftlichen Gruppirung der Gattungen (unter Achras) zurückkommen werde. Auch die Samen von *Omphalocarpum* scheinen übrigens gelegentlich beträchtlich über das angegebene Mass hinauszugehen, wie aus der Abbildung von Beauvois (l. c. tab. 6) zu entnehmen ist, nach dessen Angaben auch die Frucht eine viel bedeutendere Grösse erreicht als dieses nach den mir vorliegenden Früchten und den Angaben in Benth. Hook. Gen. I und bei Oliver sich

darstellt.[1]) Das spitze, am äusseren Rande die Micropyle in sich aufnehmende Ende der Samen ist, was Beauv. an der quer durchschnittenen Frucht, Taf. 6, nicht deutlich dargestellt hat, indem beim Durchschneiden die Samen von den Placenten abgetrennt worden zu sein scheinen, bei *Omphalocarpum*, wie bei *Achras*, in der Frucht nach unten gekehrt, der grössere Querdurchmesser radiär gestellt, und der Same mit dem einen Seitenrande auf mehr als zwei Drittel seiner Länge der Placenta im centralen Winkel des Faches angeheftet. Es resultirt daraus an dem abgelösten Samen ein lang gestreckter Nabel (in den Beschreibungen gewöhnlich als „area derasa" oder als „sulcus" bezeichnet), an dessen oberem Ende sich, von einem hackenförmigen Vorsprunge der Samenschale so zu sagen überdacht, der Nabelgrund (Omphalodium, s. Bischoff, Terminol. p. 514), d. i. die Eintrittsstelle der von dem oberen Theile der Placenta kommenden Gefässe als stärker vertiefte Stelle zu erkennen gibt (mitunter unrichtig für sich allein als Nabel bezeichnet, wie in Flor. bras. l. c. für die Gattungen *Sideroxylon*, *Lucuma*, *Sapota:* „Hilo in apice areae linearis instructo orbiculari etc.).

Dieser lange Nabel bildet sich, wie bei *Achras* aus der Vergleichung des Fruchtknotens mit jungen Früchten zu ersehen ist, erst während der Fruchtreife, indem die Verlängerung des Faches besonders durch Streckung an der Insertionsstelle des Samens unterhalb der Eintrittsstelle der

---

1) Die englischen Autoren geben übereinstimmend den Durchmesser der Frucht „auf 4–6 Zoll, nach Beauvois 12 Zoll" an. Beauvois drückt übrigens das Mass nur indirect aus, indem er sagt, seine Abbildung stelle die Frucht um mehr als die Hälfte verkleinert dar. Ist das nicht auf das Volumen sondern auf den nicht ganz 4 Pariser Zoll betragenden grössten Durchmesser der Zeichnung zu beziehen, so ergibt sich daraus doch etwa nur 8 Zoll. Der grösste Durchmesser an den mir vorliegenden Früchten beträgt $4^1/_4$ Par. Zoll (11,5 cm).

Gefässe in die aus der Basis des inneren Fachwinkels sich erhebende Samenknospe bewerkstelliget wird, so dass aus der ursprünglich aufsteigenden Samenknospe gleichsam ein hängender, aber nicht frei hängender Same hervorgeht, und die Uebertrittsstelle der Gefässe von der Placenta zum Samen, welche ursprünglich am unteren Ende des Fruchtfaches gelegen ist, in der reifen Frucht nahe an das obere Ende des Faches hinaufgerückt erscheint.[2])

Es geht aus dem Gesagten hervor, dass es nicht richtig ist, wenn man, wie gewöhnlich geschieht, die Samenknospe von *Achras* (wie der Sapotaceen überhaupt) eine Gemmula anatropa (adscendens) nennt, denn der geschilderte lange Nabel ist nichts weniger als eine „Naht" und nicht hervorgegangen aus einer Verwachsung der Samenknospe mit einem ihrer ganzen Länge nach über sie hinziehenden „Nabelstrang", wie es Agardh, Theoria Syst. Plant., 1858, t. 10, fig. 10 irrthümlich dargestellt hat. Nicht einmal hemi-

---

2) Bei anderen Gattungen mit lang genabelten Samen, wie *Bassia*, sind die Samenknospen schon ursprünglich in dem oberen Theile des Fruchtfaches an einem ziemlich horizontal gerichteten Träger so befestiget, dass ihre freie Spitze nach unten gerichtet ist und sie annähernd hängend erscheinen. Es ist deshalb nicht richtig, wenn, wie in Endlicher Gen. Plant., den Sapotaceen überhaupt aufrechte (anatrope) Samenknospen zugeschrieben werden.

Aber auch noch ein drittes Verhältniss soll nach den Angaben der Flor. bras. vorkommen, nämlich Streckung an der Verwachsungsstelle der Samenknospe mit der Placenta ober der Uebertrittsstelle der Gefässe, so dass diese zuletzt an dem untersten Ende des langen Nabels gelegen wäre, und zwar diess bei *Lucuma Caimito* Röm. & Sch. Bei einer jungen, den von Martius in Gärten um Pará gesammelten Exemplaren beiliegenden Frucht finde ich jedoch die Verhältnisse diesen Angaben nicht entsprechend, sondern wie gewöhnlich bei *Lucuma*. Weiteres Material liegt mir leider nicht vor.

Dass für die Arten mit basilärem kurzem Nabel (von *Sideroxylon, Dipholis, Bumelia, Mimusops* etc.) die Streckung des Faches einfach über der Insertionsstelle des Samens stattfindet, bedarf keiner Erwähnung.

anatrop kann sie genannt werden, da die Gefässe des Nabelstranges auf dem kürzesten Wege von der Placenta in das Innere der Samenknospe, resp. des Samens, zum nahe, nur etwas schief über den Nabelgrund fallenden inneren Nabel (Chalaza) vordringen, um sich dann in zahlreiche Gruppen zu zertheilen, welche sich (ähnlich wie bei vielen Palmen) über den ganzen Samen in der Verbindungsschichte von Testa und Endopleura verbreiten und mit ihren Endigungen gegen die Micropyle hinziehen. Die Samenknospe ist vielmehr eine in Folge ungleicher Ausbildung in der für Micropyle und Nabel gemeinsamen Durchschnittsebene gekrümmte, wie bei jenen Sapotaceen deutlicher hervortritt, bei welchen, wie bei *Sideroxylon Mastichodendron* Jacq. und *obovatum* Gärtn. fil. (sieh die betreffenden Abbildungen der Carpol. tab. 202 im Vergleich zu den die betreffenden Verhältnisse von *Achras* annähernd wiederspiegelnden Darstellungen von *Lucuma Rivicoa* und *Vitellaria paradoxa* am gleichen Orte tab. 204, 205) die spätere Längsdehnung des Nabels — mit anderen Worten: die Abrückung des Nabelgrundes und der Chalaza von der Micropyle — und damit die Verwischung der ursprünglichen Krümmung unterbleibt, und letztere selbst an der Gestalt und Lage des Embryo's noch deutlich zu erkennen ist, indem dessen Cotyledonen, die hier nicht wie bei *Achras* den Fachwänden parallel, sondern rechtwinklig dazu liegen, über der Mitte nach innen gebogen sind, so dass sie das Albumen in eine kleinere innere (ventrale) und eine grössere äussere (dorsale) Hälfte theilen, die erstere an der Berührungsfläche mit den Cotyledonen convex, die andere concav.

Doch um auf die Vergleichung der Samen von *Omphalocarpum* und *Achras* zurückzukommen, so besitzen beide eine knochenharte, kastanienbraune, äusserst glatte und glänzende Samenschale, bei *Achras* circa 0,75 mm, bei *Omphalocarpum* das Doppelte und mehr an Dicke betragend, aus zahlreichen Lagen unter dem Mikroskope an dünnen Schnitten

gelb erscheinender, ziemlich isodiametrischer, polyedrischer Steinzellen mit gelbbraunem Inhalte und zahlreichen einfachen und verzweigten feinen Tüpfelkanälen bestehend, welche von aussen gegen die Mitte der Schale an Grösse und Dickwandigkeit zu-, dann aber wieder abnehmen, um gleichzeitig nach der Quercircumferenz der Samen sich zu strecken und nun alsbald, bei *Achras* rascher, bei *Omphalocarpum* allmäliger, anderen in gleicher Richtung mehr oder weniger gestreckten, kurz cylindrischen oder von aussen nach innen etwas platt gedrückten Zellen mit helleren, dünneren und weicheren Wandungen Platz zu machen, welche mit röthlich-braunem Gerbstoff erfüllt sind und, wenige Lagen stark, die innere Partie der Testa bilden. Auf sie folgt die auf geringe Strecken als dünnes Häutchen ablösbare, heller braune und nur wachsartig glänzende Endopleura, aus mehreren Lagen grösserer, platt gedrückter, rundlicher Zellen bestehend, welche ursprünglich ein locker merenchymatisches, stellenweise schwammförmiges Gewebe gebildet zu haben scheinen. Auch diese Zellen sind gerbstoffreich und nehmen schon bei kurzem Verweilen befeuchteter Schnitte auf dem Messer schwarzblaue Färbung an. Zwischen ihnen und den Gerbstoff führenden Zellen der Testa verlaufen die Gefässbündel der Samenschale, nach innen als flache, heller gefärbte Rippen hervortretend und auf der Oberfläche des Albumens entsprechende Furchen veranlassend. Eine scharfe Grenze zwischen Endopleura und Testa ist nicht vorhanden, beide sind vielmehr innig miteinander verbunden, und nur längs der Gefässbündel ist der Zusammenhang ein durch reichlicheres Auftreten dünnwandiger Zellen etwas gelockerter. Zwischen den Gerbstoff führenden Zellen der Testa sind grössere Intercellulargänge vorhanden; kleinere, regelmässig um die annähernd sechsseitig prismatischen inneren Steinzellen vertheilt auch längs der Kanten dieser; noch kleinere, bei weniger sorgfältiger Beobachtung leicht zu übersehende

endlich auch an den Kanten der isodiametrischen Steinzellen.

In all diesen Verhältnissen ist kaum irgend ein erheblicher Unterschied zwischen *Achras* und *Omphalocarpum* vorhanden. Auch die Dimensionen der Zellen sind nicht beträchtlich verschieden, nur die Zahl ihrer Schichten, welche bei *Omphalocarpum*, entsprechend der grösseren Schalendicke, erhöht erscheint. Ein nennenswerther Unterschied zeigt sich neben dem allmäligeren Uebergange zu den Gerbstoff führenden Zellen nur in den Zellen an der äusseren Oberfläche der Samenschale, indem dieselben bei *Omphalocarpum* mehr als bei *Achras* von den nächst tiefer liegenden Zellen verschieden sind und gegenüber denen von Achras senkrecht zur Oberfläche stark verkürzt, zum Theil ganz flach, und mit einer deutlicher ausgebildeten Cuticula versehen erscheinen. So stellen sie sich deutlicher als eine gesonderte, aus annähernd sechsseitigen Zellen gebildete Epidermis dar, als das bei *Achras* der Fall ist.

Dieselbe Uebereinstimmung, wie die Samenschale, zeigt auch das Innere des Samens, Albumen und Embryo, deren Gestaltung und Verhalten zu einander deutlich genug aus den schon oben citirten Abbildungen zu ersehen ist, so dass ich mich lediglich auf die Darlegung der anatomischen Verhältnisse beschränken kann.

Das Albumen, welches, wie auch bei allen übrigen damit versehenen Sapotaceen-Gattungen von den Autoren keineswegs genau als fleischig bezeichnet zu werden pflegt (nur für *Labourdonnaisia* wird dasselbe in Benth. Hook. Gen. „hornig" genannt, ferner von Grisebach für *Sideroxylon* und *Dipholis* „subcartilaginös", woselbst es aber richtiger. wenigstens für den trockenen Samen, auch als hornig zu bezeichnen wäre), ist bei *Omphalocarpum* sowohl als bei *Achras* im trockenen Zustande subcartilaginös, aus mässig grossen, polyedrischen, lückenlos verbundenen Zellen mit nur

mässig verdickten Wandungen bestehend, welche in Wasser mehr als gewöhnliche Zellmembranen aufquellen und von solchen auch dadurch sich unterscheiden, dass sie nach Art der von Schleiden so genannten Amyloidmembranen (in den Cotyledonen von *Schotia* etc.) in wässeriger Jod- Jodkaliumlösung (ohne gleichzeitige Einwirkung von Schwefelsäure) blaue Farbe annehmen. Der Inhalt der Zellen besteht aus fettem Oel und Aleuronkörnern, deren je ein grosses die Mitte der Zelle einzunehmen pflegt, während kleinere am Rande gelegen sind.

Weiter ist das Albumen von *Achras* wie von *Omphalocarpum* in ganz gleicher, sehr eigenthümlicher Weise dadurch ausgezeichnet, dass an zerstreuten, correspondirenden Stellen der zwei benachbarten Zellen gemeinschaftlichen Membranen Krystalle in dieselben eingewachsen erscheinen, welche nur durch die Mittellamelle der Membran getrennt sind, nach innen über die Fläche der Membran bald mehr bald weniger hervortretend und hier von einem sehr dünnen, durch Jod ebenfalls sich blau färbenden Häutchen überzogen. Es gewährt das den Anschein, als ob locker über die Zellmembran zerstreute Tüpfel eine nachträgliche Ausfüllung durch in ihnen zur Ablagerung gekommene Krystalle und diese zuletzt eine Ueberdeckung mit Cellulose erfahren hätten. Die Krystalle auf jeder Seite der Membranen sind wohl nie regelmässig ausgebildete Einzelkrystalle, sondern aus der Verwachsung von einigen Krystallindividuen hervorgegangen. Sie bestehen ohne Zweifel aus oxalsaurem Kalke. Sie lösen sich nicht in Essigsäure, leicht in Salpetersäure; in verdünnter Schwefelsäure folgt auf ihre Lösung Ausscheidung der bekannten nadelförmigen (Gyps-) Krystalle. Im polarisirten Lichte erweisen sie sich als stark doppeltbrechend.

Die Zellen der Cotyledonen, auf dem Querschnitte von annähernd quadratischer oder für die künftigen Pallisadenzellen rechteckiger Gestalt und in circa 7 Reihen bei

Achras, in circa 9 bei *Omphalocarpum* zwischen die beiderseitigen Epidermisplatten eingeordnet, stimmen rücksichtlich des Inhaltes mit den Endospermzellen überein. Ihre Membranen sind zarter als bei diesen und von anderer stofflicher Natur: sie färben sich durch wässerige Jod-Jodkaliumlösung nicht blau und nehmen auch nach dem Eintrocknen damit und Wiederbefeuchten mit Wasser höchstens stellenweise einen ganz schwachen Stich in's Bläuliche an. Wohl aber sind sie ebenfalls mit Krystallen besetzt und gewöhnlich sogar mit zahlreicheren und grösseren als die Wandungen der Endospermzellen.[3])

Nach dieser so vollkommenen Uebereinstimmung in jedem einzelnen der hier berührten, zum Theil höchst eigenthümlichen Züge des anatomischen Charakters all ihrer Samentheile, von denen ich bei den Ternströmiaceen keinen der eigenthümlicheren und überhaupt kaum etwas zu finden vermochte, wenn man nicht eine oberflächliche Aehnlichkeit in dem auch anderwärts nicht ungewöhnlichen Aufbau einer harten, von Gefässbündeln durchzogenen Samenschale, gewisser Gattungen aus Steinzellen, aber aus Steinzellen anderer Gestalt und anderer Anordnung, hieher rechnen will, halte ich mich zu dem Ausspruche berechtiget, dass die vorerst nur aus den morphologischen Verhältnissen von Frucht und Same von mir gefolgerte Zugehörigkeit der Gattung *Omphalocarpum* zu jener Familie, welcher die vergleichsweise näher untersuchte Gattung *Achras* angehört, d. i. zur Familie der Sapotaceen, durch die anatomische Untersuchung sich auf's

---

3) Analoge Beschaffenheit des Albumens, wie des Embryo, sowohl hinsichtlich des im Vorausgehenden geschilderten eigenthümlichen chemischen Verhaltens der Zellmembranen als hinsichtlich der Einlagerung von Krystallen in denselben zeigen, wie weiter unten bei der Vergleichung der betreffenden Gattungen im Besonderen angeführt werden soll, auch andere Sapotaceen, und zwar in verschiedenen Modificationen: so besonders Arten von *Sideroxylon*, *Dipholis* und *Mimusops*.

vollkommenste bestätiget hat. Eine derartige Uebereinstimmung in einer ganzen Reihe zum Theile sehr eigenthümlicher Charaktere eines so wichtigen Organes wie des Samens ist nur bei nächst verwandten Pflanzen zu erwarten. Die Samen von *Achras* und *Omphalocarpum* verhalten sich wie die Samen zweier Arten einer und derselben Gattung; sie sind im Ganzen wie in einzelnen Stücken, so weit in diesen überhaupt sich Unterschiede zeigen, kaum durch etwas anderes als durch quantitative Verhältnisse von einander verschieden.

Die Zahl der den beiden in Vergleich stehenden Gattungen gemeinsamen anatomischen Eigenthümlichkeiten lässt sich aber noch vermehren durch eine Rücksichtnahme auf die Beschaffenheit der Frucht, von der im Folgenden kurz die Rede sein mag.

Zunächst sei erwähnt, dass die oben schon berührten, über erbsengrossen, polyedrischen, eng an einander geschlossenen und nur durch Zwischenlagerung dünner Platten trocken-fleischigen Parenchymes gesonderten Concretionen mässig dickwandiger Steinzellen, welche die nahezu holzige Beschaffenheit des Pericarpes bedingen, nahe der Oberfläche und in mehreren Lagen hinter einander auftreten, an Grösse von aussen nach innen abnehmend. Beauvois hat sie (l. c. tab. 6, fig. 2, 3, 4) in entsprechender Weise abgebildet. In ähnlicher Weise treten auch die entsprechend der geringeren Fruchtgrösse selbst auch viel kleineren, kaum mohnkorngrossen analogen Concretionen in den Früchten anderer Sapotaceen auf, bald schärfer, bald weniger scharf von dem dazwischen liegenden dünnwandigen Parenchyme gesondert und die Frucht zu einer mehr oder minder corticosen Beere umgestaltend. So bei *Achras Sapota*, deren Fruchtfleisch Gärtner als „caro granulosa duriuscula" beschreibt (Carpol. II, pag. 103), bei Arten von *Mimusops* und besonders schön bei einer Frucht von Sieber aus Pará, in der ich, wie später dargelegt werden soll, die

Achras, in circa 9 bei *Omphalocarpum* zwischen die beiderseitigen Epidermisplatten eingeordnet, stimmen rücksichtlich des Inhaltes mit den Endospermzellen überein. Ihre Membranen sind zarter als bei diesen und von anderer stofflicher Natur: sie färben sich durch wässerige Jod-Jodkaliumlösung nicht blau und nehmen auch nach dem Eintrocknen damit und Wiederbefeuchten mit Wasser höchstens stellenweise einen ganz schwachen Stich in's Bläuliche an. Wohl aber sind sie ebenfalls mit Krystallen besetzt und gewöhnlich sogar mit zahlreicheren und grösseren als die Wandungen der Endospermzellen.[3])

Nach dieser so vollkommenen Uebereinstimmung in jedem einzelnen der hier berührten, zum Theil höchst eigenthümlichen Züge des anatomischen Charakters all ihrer Samentheile, von denen ich bei den Ternströmiaceen keinen der eigenthümlicheren und überhaupt kaum etwas zu finden vermochte, wenn man nicht eine oberflächliche Aehnlichkeit in dem auch anderwärts nicht ungewöhnlichen Aufbau einer harten, von Gefässbündeln durchzogenen Samenschale, gewisser Gattungen aus Steinzellen, aber aus Steinzellen anderer Gestalt und anderer Anordnung, hieher rechnen will, halte ich mich zu dem Ausspruche berechtiget, dass die vorerst nur aus den morphologischen Verhältnissen von Frucht und Same von mir gefolgerte Zugehörigkeit der Gattung *Omphalocarpum* zu jener Familie, welcher die vergleichsweise näher untersuchte Gattung *Achras* angehört, d. i. zur Familie der Sapotaceen, durch die anatomische Untersuchung sich auf's

---

3) Analoge Beschaffenheit des Albumens, wie des Embryo, sowohl hinsichtlich des im Vorausgehenden geschilderten eigenthümlichen chemischen Verhaltens der Zellmembranen als hinsichtlich der Einlagerung von Krystallen in denselben zeigen, wie weiter unten bei der Vergleichung der betreffenden Gattungen im Besonderen angeführt werden soll, auch andere Sapotaceen, und zwar in verschiedenen Modificationen: so besonders Arten von *Sideroxylon*, *Dipholis* und *Mimusops*.

vollkommenste bestätiget hat. Eine derartige Uebereinstimmung in einer ganzen Reihe zum Theile sehr eigenthümlicher Charaktere eines so wichtigen Organes wie des Samens ist nur bei nächst verwandten Pflanzen zu erwarten. Die Samen von *Achras* und *Omphalocarpum* verhalten sich wie die Samen zweier Arten einer und derselben Gattung; sie sind im Ganzen wie in einzelnen Stücken, so weit in diesen überhaupt sich Unterschiede zeigen, kaum durch etwas anderes als durch quantitative Verhältnisse von einander verschieden.

Die Zahl der den beiden in Vergleich stehenden Gattungen gemeinsamen anatomischen Eigenthümlichkeiten lässt sich aber noch vermehren durch eine Rücksichtnahme auf die Beschaffenheit der Frucht, von der im Folgenden kurz die Rede sein mag.

Zunächst sei erwähnt, dass die oben schon berührten, über erbsengrossen, polyedrischen, eng an einander geschlossenen und nur durch Zwischenlagerung dünner Platten trocken-fleischigen Parenchymes gesonderten Concretionen mässig dickwandiger Steinzellen, welche die nahezu holzige Beschaffenheit des Pericarpes bedingen, nahe der Oberfläche und in mehreren Lagen hinter einander auftreten, an Grösse von aussen nach innen abnehmend. Beauvois hat sie (l. c. tab. 6, fig. 2, 3, 4) in entsprechender Weise abgebildet. In ähnlicher Weise treten auch die entsprechend der geringeren Fruchtgrösse selbst auch viel kleineren, kaum mohnkorngrossen analogen Concretionen in den Früchten anderer Sapotaceen auf, bald schärfer, bald weniger scharf von dem dazwischen liegenden dünnwandigen Parenchyme gesondert und die Frucht zu einer mehr oder minder corticosen Beere umgestaltend. So bei *Achras Sapota*, deren Fruchtfleisch Gärtner als „caro granulosa duriuscula" beschreibt (Carpol. II, pag. 103), bei Arten von *Mimusops* und besonders schön bei einer Frucht von Sieber aus Pará, in der ich, wie später dargelegt werden soll, die

Frucht von *Pouteria guianensis* Aubl. zu erblicken mich für berechtigt erachte (s. Zusatz 3). Ueber dieser holzigen Schichte befindet sich bei *Omphalocarpum* eine dünne Lage braunen, trockenen Parenchymes, bedeckt von ebenfalls braunem Korkgewebe, welches allenthalben an die Stelle der Epidermis getreten ist. Von der Epidermis selbst, deren Wachsthum augenscheinlich mit der Vergrösserung der Frucht nicht Schritt halten konnte, sind kaum Spuren mehr vorhanden, gleichwie der Kork überwuchert von Hyphen niederer Pilze, so dass es mir nicht gelang, sichere Spuren früherer Haarbedeckung mit den den Sapotaceen zukommenden zweiarmigen Haaren aufzufinden. Nach innen von dem holzigen Pericarpe findet sich noch eine mässig dicke Lage schwammigen Fruchtfleisches, und hier nun ist eine weitere, die Sapotaceen im allgemeinen charakterisirende Eigenthümlichkeit ausgebildet, sogenannte Milchsaftschläuche nämlich, welche eine in der trockenen Frucht noch klebrig weiche viscinartige Substanz enthalten. Diese Substanz ist es augenscheinlich, welche nach der oben erwähnten Mittheilung Christy's[4]) die Pflanze als eine Art Cautschuc-Baum bezeichnen liess und welche aus der Frucht als eine Art Vogelleim gewonnen wird.

Soll ich nun der Frage näher treten, in wie weit sich jene Merkmale von *Omphalocarpum*, welche nach den Ein-

4) Ich freue mich, hier noch auf eine Mittheilung von Christy in der 5. Nummer seiner Publicationen über neue Handelspflanzen und Droguen, London 1882, hinweisen zu können, welche mir während der Drucklegung der gegenwärtigen Abhandlung zugekommen ist. Dieselbe enthält p. 54 einen Auszug aus einer von W. A. H. Naylor (s. Pharmac. Journ. & Transact., Decemb. 10, 1881, p. 478 u. 488) angestellten chemischen Analyse der Frucht, welche, wie am Schlusse bemerkt ist, deutlich zu Gunsten der Zugehörigkeit der Pflanze zu den Sapotaceen spricht.

gangs wiedergegebenen Stellen in Benth. Hook. Gen. die Ueberführung dieser Gattung in die Familie der Ternströmiaceen veranlasst zu haben scheinen, mit den Charakteren der Sapotaceen in Einklang bringen lassen, oder ob darin ernstliche Hindernisse für die Zurückführung von *Omphalocarpum* zu den Sapotaceen gelegen erscheinen, so kann ich mich dabei für *Omphalocarpum* zwar nicht auf Autopsie stützen, doch scheint mir aus einer Würdigung der älteren und neueren Angaben über diese Gattung im Vergleiche mit den bekannten Charakteren der Sapotaceen zur Genüge hervorzugehen, dass kein Moment vorliegt, welches der Unterbringung von *Omphalocarpum* bei den Sapotaceen entschieden im Wege steht.

Was zunächst die Eingeschlechtigkeit der Blüthen — mit rudimentärer Ausbildung des anderen Geschlechtes (nach Benth. Hook. Gen. I, p. 185) — betrifft, so geschieht derselben bei Beauvois keine Erwähnung. Möglich dass, wie auch Oliver vermuthet („flowers 1-sexual or polygamous?" — Oliv. l. c.), neben eingeschlechtigen auch hermaphrodite Blüthen vorkommen und Beauvois solche untersucht hat; aus seiner Zeichnung ist das nicht mit Sicherheit zu entnehmen, da weder die Staubgefässe noch das Pistill so genau dargestellt sind, dass ein Schluss auf die volle oder mangelhafte Entwicklung dieser Organe gemacht werden könnte. Doch sei dem, wie ihm wolle; durch Abortus, d. h. in Folge einer rudimentären Ausbildung des anderen Geschlechtes eingeschlechtig gewordene Blüthen sind den Sapotaceen nach dem Familiencharakter in Benth. Hook. Gen. selbst nicht fremd („flores regulares, hermaphroditi v. rarissime abortu polygami"), und ein paar Beispiele hiezu finden sich in der Flor. bras. l. c. illustrirt, nämlich tab. 24 *Labatia macro-*

carpa, von der es in der Beschreibung p. 62 heisst: „Stamina in speciminibus saepissime abortiva" und tab. 45 *Sideroxylon Gardnerianum var.* γ mit der Bemerkung im Texte p. 53: „Stamina . . antherifera . . interdum depauperata (apud var. γ. fere semper): nunc clavaeformia dentiformia vel noduliformia"; auch *Lucuma pulverulenta* Mart. & Eichl. l. c. p. 70 zählt hieher. Aehnliches kommt auch bei den so nahe verwandten Myrsineen, Ebenaceen und Styraceen vor und erscheint als verwandtschaftliches Moment um so weniger von grossem Gewichte, als darin nur eine physiologische Einrichtung zu erkennen ist, und dergleichen, wie ich das für eine ähnliche Einrichtung, die Symmetrie der Blüthe, bei den Sapindaceen nachgewiesen habe, weitaus nicht von dem Werthe für die Beurtheilung der natürlichen Verwandtschaft erscheint, wie die morphologischen und anatomischen Merkmale, welche so zu sagen aus dem inneren Wesen der Pflanze heraus und nicht durch irgend welche äussere Einflüsse auf die Lebensverhältnisse einer Pflanze bestimmt erscheinen.

Was Kelch und Blumenkrone betrifft, so ist für die schon Eingangs aus Benth. Hook. Gen. I angeführte Bemerkung „sepala et petala omnino Ternströmiacearum" weder aus der Darstellung bei Beauvois, noch aus einer Vergleichung der in Benth. Hook. Gen. sich findenden Angaben über *Omphalocarpum* mit denen im Familiencharakter der Ternströmiaceen einerseits und der Sapotaceen andererseits unzweifelhaft zu ersehen, auf welches Moment dieselbe hauptsächlich abziele. Man möchte aus der weiteren Bemerkung „petala saltem in flore ♀ libera" schliessen, dass vorzugsweise die Freiblättrigkeit der genannten Organe, obwohl dieselbe bei den Ternströmiaceen keineswegs ausnahmslose Regel ist, gemeint sei. Aber diese Bemerkung findet sich nicht an der gleichen Stelle wie die erstere, und

da, wo diese sich findet, sind die Blumenblätter der weiblichen Blüthe nur als fast frei (die der männlichen als verwachsen) bezeichnet. Bei Oliver ferner ist von einer Freiblättrigkeit der Blumenkrone überhaupt eigentlich nicht mehr die Rede („Petals . . . connate at the base or connected by the stamens or staminods" l. c). So bleibt wohl in Verbindung mit der Bemerkung, dass auch die Beschaffenheit der Staubgefässe von der der Sapotaceen abweiche, nur noch das Verhalten des Androeciums zu den Kronentheilen, die gruppenweise Anheftung der Staubgefässe an diese, als wesentlichere Eigenthümlichkeit über.

Ehe ich auf diese eingehe, mag nur noch, indem ich die Angabe, über die Freiblättrigkeit der Krone durch das Hervorgehobene als erledigt erachte und bemerke, dass ich einer derartigen Beschaffenheit der Krone angesichts ähnlicher Vorkommnisse bei den mit den Sapotaceen zunächst verwandten Familien der Myrsineen, Ebenaceen und Styraceen (um von anderen Familien der Gamopetalen zu schweigen) überhaupt, und zumal da es sich nur um die Blüthen des einen Geschlechtes handelt, kein entscheidendes Gewicht beimessen könnte, der anscheinend abweichenden Angaben über die Beschaffenheit des Kelches bei Benth. & Hook. und Beauvois gedacht sein.

Benth. & Hook. führen an: „Sepala 5, valde imbricata, integra v. apice bifida (∞ ex Beauv.)." Die damit hervorgehobene Verschiedenheit des jetzigen von dem früheren Beobachtungsresultate, würde, wie mir dünkt, aufgeklärt gewesen sein, wenn der weiter folgenden Angabe: „Bracteae ad basin pedicelli squamaeformes" die Bemerkung beigefügt worden wäre, dass in diesen Bracteen die überzähligen äusseren Kelchblätter Beauvois' zu sehen seien, wie aus dessen Abbildung wohl unzweifelhaft zu entnehmen ist. Es ist das wohl ein ähnliches Verhältniss, wie es unter den Sapotaceen nach Benth. Hook. Gen. II, p. 655 auch bei

„*Lucuma mammosa* und *L. Bonplandi*“ (s. Flor. bras. VII, p. 64, tab. 25) vorkommt, ferner bei der mit zwei als kleinere äussere Kelchblätter erscheinenden Vorblättern versehenen *Lucuma procera* (Flor. bras. l. c. p. 72, tab. 30), und hieran schliesst sich dann wohl auch der Kelch von *Dipholis montana* an mit schwankender Zahl seiner Blätter (5—8 nach Swartz, 7 von mir selbst beobachtet, das äusserste davon gelegentlich am Blüthenstiele etwas herabgerückt), indem dem Kelche vorausgehende Hochblätter nicht fest bestimmter Zahl in diesen so zu sagen einbezogen und seinen Gliedern verähnlicht werden. Schwankungen in der Zahl der Glieder finden sich bei den Sapotaceen übrigens, neben einer Neigung zu reicherer Gliederung gegenüber dem Kelche, nicht selten auch in der Krone, und das scheint gerade auch bei *Omphalocarpum* nach den etwas verschiedenen älteren („corollae lobi 6—7“) und neueren Angaben („petala 5“) der Fall zu sein. Die kelchblattartigen Bracteen scheinen bei *Omphalocarpum* nach der Blüthezeit abzufallen; der Kelch erhält sich und vergrössert sich; er ist an der einen der mir vorliegenden Früchte noch vorhanden, aus 5, wie bei so vielen anderen Sapotaceen (auch laut des Familiencharakters in Benth. Hook. Gen.) unverwachsenen, eutopisch imbricirten, rundlichen Kelchblättern bestehend. Eine Spaltung an der Spitze ist an denselben nicht zu sehen; sie mag an Herbariumexemplaren vielleicht durch Druck hervorgerufen gewesen sein.

Was nun das Androecium betrifft und sein Verhalten zu den Kronentheilen, so weicht dasselbe sicherlich von dem der Ternströmiaceen mehr ab als von dem der Sapotaceen, bei welchen sich für alle seine Verhältnisse nahe Analogieen finden. Bei keiner Ternströmiacee sind bisher Staminodien beobachtet worden. Bei den Sapotaceen dagegen sind dieselben für eine ganze Gruppe von Gattungen ein hervorstechendes Charakteristicum. Sie nehmen, wo sie überhaupt vorhanden sind, dieselbe, einem

äusseren Staminalkreise entsprechende Stellung (zwischen den Kronentheilen) ein, wie bei *Omphalocarpum*, sind, wie hier, in der Regel höher inserirt als die fertilen Staubgefässe und zeigen nicht selten, wie bei *Omphalocarpum*, tief gehende Spaltung in pfriemliche Segmente (besonders schön bei *Mimusops floribunda* und *subsericea*).

Und nun die Gruppen von je 4—6 vor die Abschnitte der Krone fallenden und mit deren Basis verwachsenen fertilen Staubgefässe[5]) — was hindert, sie als die eben so gespaltenen, oder wie man gewöhnlich sagt „dedoublirten", den zweiten Staminalkreis bildenden, epipetalen Staubgefässe anzusehen? Gleicht nicht je eine dieser Gruppen nach der in dieser Hinsicht sicherlich ganz unbefangenen Zeichnung Beauvois' ausserordentlich je einer der gespaltenen Staminodialschuppen? Findet sich ferner eine Dedoublirung der fertilen Staubgefässe nicht auch bei anderen Sapotaceen auf's deutlichste ausgeprägt? Schon Eichler hat dieselbe (Blüthendiagr. I, 1875, p. 334) für die Arten von *Bassia* mit dreimal so viel und noch mehr Staubgefässen[6]) als Kronentheilen wegen der bei Isomerie episepal bleibenden Stellung der Fruchtfächer vermuthet, und eine genauere Untersuchung von *Bassia latifolia* lässt darüber wohl keinen Zweifel mehr: bei 4 Kelch-

---

5) Es mag hier ein Druckfehler in dem Passus über die Staubgefässe bei Beauvois berichtiget sein, welcher darin besteht, dass aus der vorhergehenden Zeile, in welcher von den Staminodialschuppen die Rede ist, die Worte „entre les étamines" sich in Wiederholung hieher verirrt haben, woselbst sie gänzlich sinnlos sind.

6) In Benth. Hook. Gen. werden auffallender Weise bei *Bassia* überhaupt nur doppelt so viele Staubgefässe als Kronenlappen angegeben, in 1 Reihe stehend, oder die interpetalen höher. Das scheint doch nur bei gewissen Arten die Regel zu sein; so bei *Bassia longifolia* (mit ungleich hoher Insertion).

blättern [7]) und 8 Kronentheilen (ferner 9 Fruchtknotenfächern) zeigten sich mir hier 8 alternipetale Staubgefässe hoch oben in den Buchten zwischen den Kronentheilen inserirt, und tiefer unten nur vor 1 Kronenlappen ein einzelnes Staubgefäss, vor allen übrigen dicht neben einander, aber doch in etwas ungleicher Höhe aus der Verwachsung mit der Krone frei werdend, je 2 Staubgefässe, deren mit der Kronenröhre verwachsene Fadentheile nach unten zu sichtlich sich näherten und einer Vereinigung zustrebten. In etwas anderer, vielleicht noch deutlicherer Weise zeigte sich mir das Dedoublement der epipetalen Staubgefässe bei einer von Miquel fragweise zu *Bassia* gebrachten Pflanze aus der Sammlung von Metz (e terra Canara, ed. Hohenacker n. 397), welche als *Bassia (Dasyaulus) insignis* bezeichnet sein mag.[8]) Hier waren die sämmtlichen 17 Staubgefässe in einer Reihe etwas unter den Buchten zwischen den 6 Kronentheilen inserirt, aber die Filamente der vor die Kronentheile gestellten Paare zeigten sich verschieden hoch und oft bis zur Antherenbasis hinauf unter einander verwachsen, und 1 solches Filament trug nur 1 Anthere, woraus eben die Zahl 17 für die Staubgefässe resultirte. Ein ganz analoger Fall dürfte der von *Bassia elliptica* Dalz. (in

---

7) A. De Candolle gibt für *Bassia* 8 oder 6 Kelchtheile an und gliedert darnach die Gattung in die Section *Eubassia* mit *B. longifolia, latifolia, butyracea* etc. und *Aphobassia* mit *B. polyantha* und einigen zweifelhaften Arten. Eichler spricht (l. c. p. 333) von 4-, 6- oder 8-zähligem Kelche bei *Bassia;* Benth. & Hook, welche *B. polyantha* mit als 5-gliedrig bezeichneter Blüthe zu *Dichopsis* verbringen, geben nur 4 Kelchabschnitte an. Ich fand bei *Bassia butyracea* 4 oder 5, wie Endlicher in der Gattungscharakteristik anführt; bei *B. longifolia* und *latifolia* 4; bei einer als *Bassia* (*Dasyaulus*) *insignis* in Zusatz 1 näher zu definirenden Pflanze von Metz 4, daneben aber auch 6 in 3 Paare geordnet, das dritte Paar über dem ersten stehend (in beiden Fällen 6-theilige Krone, 17 Staubgefässe und 7 Fruchtknotenfächer).

8) Sieh Zusatz 1.

Benth. Hook. Gen. zu Dichopsis verbracht) sein, aus deren Beschreibung (in Hook. Journ. Bot. & Kew Gard. Misc. III, 1851, p. 36) auch deutlich genug eine Dedoublirung der epipetalen Staubgefässe herauszulesen ist („filamenta . . . lobis corollinis opposita per paria connata, lobis alterna solitaria").

Eine reichlichere Zertheilung, in ähnlichem Masse wie bei *Omphalocarpum*, scheint weiter bei *Pycnandra* vorhanden zu sein; doch lässt sich aus den Angaben in Benth. Hook. Gen. wegen mangelnder Rücksichtnahme auf die Stellungsverhältnisse nicht ersehen, ob hier ebenfalls ungetheilte fertile äussere Staubgefässe vorhanden sind, oder ob vielmehr der äussere Kreis hier gänzlich unterdrückt ist.

Ausserdem lässt sich noch für *Labourdonnaisia discolor* Sond. (sphalmate *L. sericea* in Benth. Hook. Gen. II, p. 660) eine theilweise Dedoublirung vermuthen, wenn deren 18 (nach Sonder 12 – 18) gemäss der Angabe in Benth. Hook. Gen. je zu dritt verwachsene Kronenlappen, wie es den Anschein hat, 6 Kronenblättern entsprechen und gleichzeitig, wie es die Angabe von Sonder: „stamina 12 vel plura, sterilia nulla" möglich erscheinen lässt, mehr als 12 Staubgefässe entwickelt sind.[9])

Hier wäre dann die Neigung zur Zerspaltung, wie sie in den bisherigen Beispielen für die inneren, fertilen (*Bassia* etc.) oder die äusseren sterilen Staubgefässe (*Mimusops* etc.) oder beide (*Omphalocarpum*) — kurz im Androecium constatirt worden ist, auch für die Kronenblätter zur Geltung gelangt, wie das auch bei den Arten von *Mimusops* mit zerschlitzten Staminodien zutrifft, während in anderen Fällen die Zerspaltung wesentlich nur an der Krone sich zeigt, hier wie dort in der Bildung zweier seitlichen Anhängsel an jedem Kronenlappen (Arten von

9) Ich werde auf die Pflanze in Anmerk. 10 zurückkommen.

Mimusops mit unzertheilten Staminodien, *Dipholis, Bumelia, Labourdonnaisia albescens* Benth.)[10], welche selbst wieder 2- oder 3-theilig erscheinen können (bei der staminodienlosen Gattung *Labramia*) oder in 3 und mehr pfriemliche Theile zerschlitzt (bei der mit unzertheilten Staminodien versehenen Gattung *Imbricaria*).

Schliesslich mag noch daran erinnert sein, dass auch bei den nahe verwandten Ebenaceen, wie schon in Endl. Gen. Pl. richtig ausgedrückt ist, deutlich Dedoublirung der Staubgefässe auftritt. Ebenso bei den Symplocaceen.

Ich glaube, das Angeführte genügt, um den letzten Zweifel über die Zugehörigkeit von *Omphalocarpum* zu den Sapotaceen zu verscheuchen. Sie würde nach dem Ergebnisse der vorausgehend berichteten Untersuchungen als ein Glied dieser Gruppe zu gelten haben, auch wenn es gelänge, die Sapotaceen überhaupt als nahe Verwandte der Ternströmiaceen unter Vermittlung der Clusiaceen, resp. Garcinieen, darzustellen, entsprechend der Auffassung von Agardh (Theor. Syst. Plant. p. 123), welcher die Sapotaceen bekanntlich als gamopetale Garcinieen bezeichnet hat.

Soll ich endlich versuchen, der Gattung *Omphalocarpum* einen bestimmten Platz neben den übrigen Gattungen der Sapotaceen anzuweisen,

10) Für diese von Grisebach als *Bassia albescens* (in Cat. Pl. Cub., 1866, p. 164) aufgestellte Art mit doppelt so vielen (fertilen) Staubgefässen als Kronenblättern erscheint es, gleichwie auch für die vorausgehend (p. 287) erwähnte Sonder'sche Art, wohl als sehr zweifelhaft, ob sie wirklich zu *Labourdonnaisia* gerechnet werden könne, wenn für diese Gattung im übrigen Gleichzähligkeit der Kronentheile und Staubgefässe, unter Hinwegfallen von alternipetalen Androecialgliedern, als charakteristisch anzusehen ist.

welchen A. De Candolle seiner Zeit neben *Mimusops* vermuthete (Prodr. VIII p. 208: „An genus *Mimusopi* affine?") so mag es, um die schon oben ausgesprochene Meinung, dass *Omphalocarpum* die nächste Verwandte von *Achras* sei, zu begründen, gestattet sein, im Hinblicke auf die der Hauptsache nach schon von A. De Candolle (l. c. p. 155) und weiter von Eichler (Blüthendiagramme I, p. 332, 333) hervorgehobene Stufenfolge ihrer Organisation die übrigen Gattungen der Sapotaceen nach der Beschaffenheit ihres Androeciums (trotz gelegentlicher, auf Uebergänge hinweisender Schwankungen in dem Auftreten der sterilen Glieder derselben, besonders bei Arten von *Lucuma*) in drei Gruppen zu ordnen, welche Anordnung vor der in Benth. Hook. Gen. gegebenen, auf die Beschaffenheit des Kelches zunächst Rücksicht nehmenden grosse Vorzüge zu besitzen und der natürlichen Verwandtschaft der Gattungen weit mehr zu entsprechen scheint.

Eine erste Gruppe bilden die Gattungen mit gänzlich unterdrücktem äusserem (d. i. alternipetalem und bei Gleichzähligkeit der Krone und des Kelches episepalem) Staminalkreise; eine zweite die Gattungen, in welchen eben dieser Kreis zwar entwickelt, aber in Staminodien umgebildet ist; eine dritte Gruppe endlich die Gattungen, in welchen dieser Kreis zu vollkommenen Staubgefässen ausgebildet erscheint.

In diesen Gruppen treten, und zwar bald in allen, bald wenigstens in je zweien derselben, folgende wichtigere Momente hervor, welche als der Ausdruck successiv abgestufter näherer oder fernerer Verwandtschaft der Gattungen angesehen und zur weiteren Gruppirung verwendet werden können:

1) Vorhandensein oder Fehlen von Albumen und Beschaffenheit desselben;

2) Ganzheit oder Zertheilung der Kronenlappen in ein mittleres und 2 seitliche Segmente (welche selbst wieder zerschlitzt erscheinen können);

3) Einfachheit oder Dedoublirung der Staubgefässe;

4) Fehlen oder Auftreten von Nebenblättchen;

5) Gleichbleiben oder Erhöhung der Gliederzahl in den dem Kelche folgenden Blattkreisen (oder wenigstens im Gynoecium) — gelegentlich auch innerhalb ein und derselben Gattung nach dermaliger Umgrenzung vorkommend;

6) Bildung des Kelches aus 1 oder aus 2 (gleichzähligen) Cyclen von Blättern — mitunter ebenfalls in ein und derselben Gattung vorkommend und nicht als ein an und für sich werthvolles, sondern mehr nur als ein den Werth anderer Momente erhöhendes Verhältniss anzusehen.

Diesen Momenten stehen andere zur Seite, welche nur bei einzelnen Gattungen auftreten und diese von verwandten Gattungen unterscheiden. Sie werden im weiter Folgenden ihre Erwähnung finden.

Die Lückenhaftigkeit des mir zur Vergleichung mit den Angaben in der Literatur verfügbaren Materiales und namentlich der Mangel fructificirten Materiales, welcher ja überhaupt an der auch in Benth. Hook. Gen. (p. 651), wie von A. De Candolle (l. c. p. 155) und schon früher von Römer & Schultes (Syst. Veg. IV, 1819, p. XLV), ferner von Gaertner fil. (Carpol. III, 1805, p. 128) und Jacquin (Collect. II, 1788, p. 247 etc.), also seit 100 Jahren bereits beklagten Unsicherheit in der Auffassung vieler Arten und der davon abhängigen Umgrenzung der Gattungen vorzugsweise Schuld trägt, gestattet mir zwar nicht, die Verwandtschaftsverhältnisse der bis jetzt unterschiedenen Gattungen in umfassender Weise zu beleuchten, doch mag der folgende Versuch einer verwandtschaftlichen Gruppirung der Gattungen, welcher zunächst auf die Bestimmung der Stellung von *Omphalocarpum* abzielt,

nebst den ihm angefügten Bemerkungen für eine künftige Neuordnung der Familie nicht ohne Werth sein und so ein weiteres Ausgreifen in demselben, als für den erstgedachten Zweck unmittelbar nothwendig wäre, gerechtfertiget erscheinen.[11])

---

11) Einen ähnlichen Versuch hat, gestützt auf entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen, Hartog in Journ. Bot. 1877, p. 65—72 und 1878 p. 356—359 veröffentlicht, auf den ich erst unmittelbar vor dem Drucke des Folgenden aufmerksam geworden bin. Derselbe geht gleichfalls von dem in Benth. Hook. Gen. für die Anordnung der Gattungen zunächst befolgten Principe ab, betrachtet aber wieder andere Momente, als von mir hier geschehen ist, als die in erster Linie massgebenden. Derselbe stellt die Beschaffenheit der Krone als verwandtschaftliches Merkmal noch über die Verhältnisse des Samens (Albumens), denen er wohl ein allzu geringes Gewicht beilegt, ja auch über die stufenweise Ausbildung des Androeciums. Allerdings kommen hier Ausnahms- und Uebergangsverhältnisse vor. Aber diese dürften den Werth der Regel kaum in Frage stellen.

Ich lasse es übrigens auf sich beruhen, in wie weit Hartog's Anschauungen einen Vorzug besitzen, zumal die folgende Darlegung, welche sich bei der Lückenhaftigkeit des mir zu Gebote stehenden Materiales häufig auf die Angaben anderer stützen musste, nicht schon eine Neuordnung der Familie darstellen, vielmehr eine solche erst anbahnen helfen soll.

Erst von einer Durchforschung des Materiales nach verschiedenen Gesichtspunkten wird eine der natürlichen Verwandtschaft entsprechende Neuordnung desselben zu erwarten sein.

Dass in der Gruppenbildung Hartog's der natürlichen Verwandtschaft gelegentlich Gewalt angethan sei, zeigt sich z. B. in der Abrückung der Gattungen *Dipholis* und *Bumelia* von *Sideroxylon* und der Einstellung derselben in eine andere Abtheilung, die seiner *Mimusopeae*, während *Sideroxylon* der Abtheilung seiner *Chrysophylleae* zugewiesen wird. *Dipholis* und *Bumelia* sind aber entschieden näher mit *Sideroxylon* als mit *Mimusops* verwandt, sowohl nach dem Habitus als nach der Beschaffenheit der Frucht und des Samens, und die Zertheilung der Kronenlappen allein, welche sie mit *Mimusops* theilen, ist kaum ausreichend, um eine Stellung für dieselben zu rechtfertigen, welche ihre Verwandtschaft mit *Sideroxylon* nicht mehr erkennen lässt. Eine solche Eigenthümlichkeit wie die Zertheilung der Kronenblätter, resp. Kronen-

Der ersten Gruppe fallen die Gattungen *Chrysophyllum*, *Ecclinusa*, *Leptostylis*, *Labourdonnaisia* und *Labramia* zu.

Von *Ecclinusa* und *Leptostylis* ist die Frucht unbekannt. Beide können also denkbarer Weise eiweisslose Gattungen sein, welche ausserdem in dieser Gruppe nicht vertreten wären, während sie in den anderen beiden Gruppen eine Art von Parallelreihe neben den eiweissführenden zu bilden scheinen. Uebrigens ist vielleicht die von F. v. Müller (Fragm. VII, 1869—71, p. 114) aus einer früher von ihm zu *Chrysophyllum* gerechneten Pflanze gebildete Gattung *Niemeyera*, welche in Benth. Hook. Gen. zu *Lucuma* gezogen wird, aufrecht zu erhalten und als Vertreterin jener Parallelreihe eiweissloser Gattungen in dieser Gruppe der Gattung *Chrysophyllum* gegenüber zu stellen, wie vielleicht auch die Gattung *Amorphospermum* F. v. Müll. (l. c.). Das

---

lappen, kann bei einer Familie, bei welcher überhaupt die Disposition dazu vorhanden ist, sehr wohl, und ähnlich wie hier z. B. auch der Mangel des Albumens, bei Gattungen verschiedener Gruppen sich einstellen und ist nicht nothwendig als Zeichen nächster Zusammengehörigkeit der betreffenden Gattungen zu betrachten, soll aber auch, wenn die Natur der Sache dem entgegen ist, nicht um der Gewinnung einer sogenannten praktischen und bequemen Eintheilung halber zu einem solchen gemacht werden.

Zugleich möchte ich Hartog in der theilweise ziemlich weit gehenden Vereinigung von bisher als selbständig betrachteten Gattungen nicht unbedingt folgen.

All das hat mich veranlasst, die folgende Uebersicht unverändert, wie sie ursprünglich niedergeschrieben war, zu belassen, und mich darauf zu beschränken, in Anmerkungen bei einzelnen Gattungen auf dasjenige hinzuweisen, was Hartog in dankenswerther Weise zur Klärung derselben beigebracht hat.

Hervorzuheben ist noch, dass Hartog die Gattung *Omphalocarpum* ebenfalls, nach gelegentlichen Bemerkungen darüber (p. 67) zu schliessen, als zu den Sapotaceen gehörig betrachtet, wenn er sie auch in der Aufzählung der Gattungen nach verwandtschaftlichen Gruppen (p. 69) wieder übergangen hat.

Gleiche gilt von der Gattung *Oxythece* Miq., da der Mangel von Staminodien ihrer Vereinigung mit der der zweiten Gruppe angehörenden Gattung *Lucuma* entgegensteht, wenn auch bei dieser Unregelmässigkeiten in der Ausbildung, resp. Schwankungen in der Zahl der Staminodien nicht ausgeschlossen sind.[12]) Ob der Gattung *Oxythece* auch das in Benth. Hook. Gen. wegen eiweissloser Samen zu *Lucuma* übertragene ***Chrysophyllum inophyllum*** Mart. eingefügt werden

---

12) Dass hinwiederum eine Pflanze, welche hinsichtlich vollzähliger Ausbildung der Staminodien nichts zu wünschen übrig lässt, auch heute noch bei *Chrysophyllum* sich eingereiht findet, ist befremdend.

Es ist das *Chrysophyllum brasiliense* A. De Cand. = *Ch. macrophyllum* Mart. in Hb. Flor. bras., 1837, p. 175, von welchem mir die von Martius um Pará und am Japurá gesammelten Originalien vorliegen.

Obwohl die Aufmerksamkeit auf die Untersuchung der Krone bei dieser Pflanze besonders hingelenkt gewesen sein muss durch die fast kugelige (von Mart. l. c. als „subrotat", was eher auf den abstehenden Kelch passen würde, in der Flor. bras. VII, p. 103 besser als „urceolat" bezeichnete) Gestalt derselben und die dickfleischige, fast corticose Beschaffenheit, welche, wie in der Flor. bras. l. c. gebührend hervorgehoben ist, die Röhre der Krone auszeichnet, und obwohl die Staminodien schon von aussen zwischen den Zähnen der Krone sichtbar sind, wie diese an ihrer Aussenseite mit angedrückten Seidenhaaren bedeckt und gleichsam eine innere Reihe von Zähnchen darstellend, so scheinen doch von allen Beobachtern die Staminodien hier vollständig übersehen worden zu sein.

Die Pflanze ist in die zweite Gruppe zu übertragen und hier ihrer durchaus eigenthümlichen Blüthe halber, und obschon zur Zeit die Frucht derselben noch nicht bekannt ist, als die Grundlage einer besonderen Gattung zu betrachten. Es mag ihr demgemäss der Name *Sarcaulus macrophyllus* ertheilt sein (s. Zusatz 2). Der Species-Beiname „*brasiliense*" war gegenüber dem älteren, von Martius gegebenen, schon bisher ein überflüssiger, da ein anderes als giltige Art angenommenes *Chrysophyllum macrophyllum* nicht existirte und ein Altersvorrecht dieses aus dem Namen der Pflanze im Herb. Wildenow „*Achras brasiliensis*" entnommenen Beinamens nicht vorhanden ist; denn der von Wildenow gewählte Name war vor Martius nicht publicirt und wurde erst durch diesen an dem angeführten Orte (Hb. Fl. bras. p. 176) unnöthiger Weise an die Oeffentlichkeit gebracht.

kann, bin ich, da mir Fruchtexemplare fehlen, zu bestimmen nicht in der Lage. Für die von Casaretto als *Chrysophyllum glycyphloeum*, von Martius & Eichler als *Lucuma glycyphloea* bezeichnete *Pometia lactescens* Vell., d. i. *Pouteria lactescens* m. (s. Zusatz 3), erscheint eine Uebertragung zu *Oxythece* nach den Angaben über die Beschaffenheit der Cotyledonen unthunlich, und mag, wie in der Flor. bras., eher eine unrichtige Darstellung der Blumenkrone bei Vellozo, auf dessen Publication das darüber Bekannte allein zu beruhen scheint, vorausgesetzt werden.

Die einfachsten Verhältnisse der obigen 5 Gattungen zeigt *Chrysophyllum.* Leider mangelte mir für sie, wie für die übrigen Gattungen dieser Gruppe, die Gelegenheit das Albumen auf seine nähere Beschaffenheit zu untersuchen.

Ecclinusa ist ausgezeichnet durch das Auftreten von Nebenblättchen.[13])

---

13) Es ist auffallend, dass nicht einmal über das Auftreten oder Fehlen von Nebenblättchen bei den verschiedenen Sapotaceen-Gattungen befriedigende Angaben vorhanden sind. In Benth. Hook. Gen. wird unter den Formae abnormes p. 651 angeführt: „Stipulae adsunt caducae in *Ecclinusa*, *Sarcospermate*, *Cryptogyne* et *Butyrospermo*, forte in aliis nonnullis adhuc neglectae." Zu den übergangenen Gattungen gehören zunächst *Mimusops* und *Imbricaria*, für welche in der Flor. bras. bereits die entsprechende Angabe sich findet; ferner, wie ich nach der Untersuchung aller mir vorliegenden betreffenden Arten beifügen kann, die Gattungen *Isonandra*, *Dichopsis*, *Payena* und *Bassia*. Es erscheint mir darnach wenig wahrscheinlich, dass das Vorkommen der Nebenblättchen innerhalb derselben Gattung ein schwankendes sei, wie Hartog l. c. p. 359 unter Berufung auf Baker angibt; ebensowenig, dass sie bei Arten von *Sideroxylon* vorkommen. Diesen Angaben liegen wohl unrichtig bestimmte Materialien zu Grunde, wie jene von Baker in der Fl. Maurit. & Seych. p. 194 als ein vermuthliches *Sideroxylon* erwähnte Pflanze von Horne aus den Seychellen, welche Hartog l. c. p. 358 als eine Art von *Mimusops* unter dem Namen *M. Hornei* bezeichnet hat. Für *Bassia* sind Nebenblättchen auch bei Brandis, Forest Fl., und von Hartog selbst erwähnt. Für *Cryptogyne* dagegen stellt Hartog p. 358 Hooker's Angabe von Nebenblättchen als unrichtig dar.

Leptostylis und *Labourdonnaisia* zeigen mehr oder minder weit gehende Vermehrung der Theile nach dem Inneren der Blüthe zu, *Leptostylis* zugleich eine durch ihre Länge ausgezeichnete Kronenröhre, *Labourdonnaisia* ein horniges Albumen.[14])

Labramia besitzt getheilte Kronenlappen, die seitlichen Segmente nach aussen von dem mittleren stehend.[15])

Ob die Gattung *Cryptogyne* mit „den Staubgefässen innerseits opponirten Staminodien? oder Kronenschuppen?" (Benth. Hook. Gen.) in diese Gruppe zu rechnen sei, mag dahin gestellt bleiben. Mir liegt die Pflanze nicht vor. Ihre Frucht ist unbekannt.

Der zweiten Gruppe sind ausser der eben aufgestellten Gattung *Sarcaulus* mit noch unbekannter Frucht zuzuweisen 1) von eiweissführenden Gattungen: *Achras*, *Sideroxylon*, *Hormogyne*, *Argania*, *Dipholis*, *Bumelia*, *Mimusops* und *Imbricaria*; 2) von allgemein als eiweisslos bezeichneten Gattungen: *Lucuma*, *Sarcosperma*, *Labatia* und *Butyrospermum*.

Um die letzteren, an Zahl geringeren, zuerst zu erledigen, so sind *Sarcosperma* und *Butyrospermum* durch

---

14) Auf die wahrscheinlich zu verändernde Stellung von *Labourdonnaisia discolor* Sond. und *L. albescens* Benth. ist schon oben (p. 288, Anm. 10) hingewiesen worden, und werde ich am Schlusse der Uebersicht darauf zurückkommen, woselbst auch der übereinstimmenden Ansicht Hartog's Erwähnung geschehen soll. Hartog schreibt der Gattung *Labourdonnaisia* im Widerspruch mit Eichler (Diagr. I, p. 332) alternisepale Carpelle zu (l. c. p. 71) und verbringt sie in seine Abtheilung *Isonandreae* neben *Bassia* und *Payena* (p. 69). Ich kann, da mir die Gattung nicht vorliegt, weiter auf sie nicht eingehen.

15) Hartog gibt (l. c. p. 357) an, dass der Gattung Staminodien keineswegs fehlen, und dass sie von *Imbricaria* nur durch 3- (resp. 6-) gliedrige Blüthen und ein pleiomeres (12-gliedriges) Gynoecium verschieden sei. Er misst beiden nur den Werth von Sectionen innerhalb der Gattung *Mimusops* zu. Mir steht leider hiehergehöriges Material nicht zu Gebote.

das Auftreten von Nebenblättchen ausgezeichnet, *Butyrospermum* ausserdem noch durch grössere Zahl der Blüthentheile (8) schon im Kelche.

Für *Labatia* Mart. Nov. Gen. II, 1826, p. 70, tab. 161, 162 (non Sw.) ist die Verwachsung der Samen mit dem Fruchtgehäuse auszeichnend.

Die Gattung *Lucuma*, welche durch Schwankungen in dem Auftreten der Staminodien der vorausgehenden Gruppe zunächst zu stehen scheint, zeigt in der Zahl der Blüthentheile wechselnde Verhältnisse, ebenso wie in der Beschaffenheit des Embryo, dessen Cotyledonen bald theilweise (s. Gärtner f. unter *Vitellaria paradoxa*, Carpolog. III, p. 131, tab. 205), bald ganz, bald gar nicht verwachsen erscheinen.

Eine andere Verschiedenheit fand ich bei Untersuchung der wenigen mir vorliegenden Samen hinsichtlich der vom Zellinhalte abhängigen Consistenz der Cotyledonen. Bei *Lucuma Valparadisaea*[16]) und *L. mammosa* (?) nämlich sind die Cotyledonen fleischig, die Zellen mit Öl erfüllt, und darin (da und dort sehr grosse) Aleuronkörner, bei letzterer stellenweise auch wenige kleine Amylumkörner; weiter findet sich bei beiden in besonderen, meist grösseren, zu Längsreihen geordneten Zellen nahe der Oberfläche ein das Licht doppelt brechender, körniger oder brockiger, aus eingetrocknetem Milchsafte hervorgegangener Inhalt, welcher (wie Cautschuc) ziemlich indifferent ist gegen Wasser, Alcohol, Aether, caustisches Kali und Schwefelsäure. Bei *Lucuma lasiocarpa* dagegen, bei einem in der Flor. bras. zu *Lucuma psammophila* gerechneten Exemplare, in welchem ich eine besondere Art erblicke,[17]) bei einer nach Martius (wie nach der Fl.

16) Nach Untersuchung an einer von Friedr. Leybold übersendeten, an der Basis noch mit dem Kelche, an der Spitze um die Griffelbasis noch mit den charakteristischen zweiarmigen Haaren versehenen Frucht.

17) Es ist das die in Zusatz 3 als *Pouteria amazonica* zu bezeich-

bras. *Lucuma lasiocarpa*) im Amazonenlande *Albiu-rana*, d. i. falsche *Caimito*, genannten Pflanze[18]) und endlich bei einer von Martius im Amazonengebiete gesammelten, bisher aber unbeschrieben gebliebenen Art[19]) sind die Cotyledonen hart, fast hornartig (was für *L. lasiocarpa*, *psammophila* und ein paar andere Arten, nämlich *L. Caimito*, *laurifolia*, und *glycyphloea*, auch in der Flor. bras. angegeben ist), die Zellen mit mässig grosskörnigem Amylum (meist Zwillings- und Drillingskörnern) und da und dort mit Gerbstoff erfüllt, dazwischen nahe der Oberfläche auch hier noch andere mit einem körnigen, doppeltbrechenden, aus eingetrocknetem Milchsafte bestehenden Inhalte. Es mag hinzugefügt sein, dass sich Amylum bei keiner der anderen zur Untersuchung gelangten Gattungen *(Achras, Omphalocarpum, Sideroxylon, Dipholis, Bumelia, Mimusops, Bassia)* im Samen wieder gefunden hat.

Aber noch eine weitere wichtige Verschiedenheit trat bei der mikroskopisch-anatomischen Untersuchung der Samen zu Tage, welche in Verbindung mit dem eben Angegebenen und gewissen, bisher zur Bildung der Sectionen *Guapeba*, *Antholucuma*, *Eulucuma* und *Rivicoa* verwendeten Charakteren der Blüthe dazu nöthiget, die Gattung *Lucuma* in 3 Gattungen zu theilen, — nämlich das Vorkommen

---

nende, von Spix bei Tabatinga in der Provinz do Alto Amazonas gesammelte Pflanze, für welche in der Flora bras. VII, p. 77, Observ. I eine „bacca elevationibus minimis scabriuscula" als Eigenthümlichkeit hervorgehoben ist. Diese Erhebungen sind lediglich durch einen Pilz veranlasst, welcher sich in dem reichlich von Milchsaftschläuchen durchzogenen Pericarpe eingenistet hat.

18) Sieh Martius über *Labatia* und *Pouteria* in den Sitzungsber. d. Münchener Akad., I, 1861, Heft 5, p. 577, Anmerk. Um eine bestimmte Bezeichnung für die Pflanze zu gewinnen, soll dieselbe in Zusatz 3 *Pouteria ochrosperma* genannt sein.

19) Sie wird in Zusatz 3 unter dem Namen *Pouteria crassifolia* ihre Charakterisirung finden.

eines spärlichen, aus 4—5 Zelllagen bestehenden Eiweisses, ähnlich wie weiter unten für *Bumelia* zu schildern sein wird, mit in Jod nicht blau werdenden und nicht mit Krystallen besetzten Zellmembranen, bei *Lucuma mammosa*, resp. bei einem Samen, welcher, wenn nicht zu dieser von den Autoren selbst wieder sehr verschieden aufgefassten Art, so doch sicher zu einer der um sie sich gruppirenden westindischen Arten gehört.

Diese westindischen Arten, welche nach den darüber vorhandenen Angaben in der äusseren Beschaffenheit ihrer Samen eine ausserordentliche Uebereinstimmung zeigen, so dass eine solche auch in dem hier entscheidenden Punkte vorausgesetzt werden darf, und welchen sich noch einige andere Arten, besonders aus den Ländern in der Umgebung des caribäischen Meeres, anzureihen scheinen, bilden die eine der aus *Lucuma* hervorgehenden Gattungen, welcher aber der Name *Lucuma* nicht belassen werden kann. Derselbe ist vielmehr für gewisse peruanisch-chilenische Arten zu erhalten, auf welche die Gattung ursprünglich gegründet worden ist und zu welchen die vorhin erwähnte *Lucuma Valparadisaea* gehört. Für die vorzüglich aus den westindischen Arten zu bildende neue Gattung kann der Name *Vitellaria* von Gärtner fil. verwendet werden, da die von ihm damit bezeichnete Art *Vitellaria paradoxa*, obwohl sie seitdem nicht näher definirt worden ist, doch kaum als generell verschieden von den westindischen Arten, mit denen sie bisher in der Gattung *Lucuma* untergebracht war, zu denken ist.[20]) *Vitellaria* nimmt von der bisherigen Gattung

20) *Labatia* Sw. (Prodr. 1788, p. 32), welche in Benth. Hook. Gen. als wahrscheinlich zu *Lucuma* aut. gehörig bezeichnet wird, dürfte, auch wenn sich das bestätigen sollte, und obwohl sie aus den Antillen ist, doch der unter *Vitellaria* hier zusammengefassten Gruppe von Arten nicht angehören. Andernfalls würde der Name *Labatia* vor *Vitellaria* den Altersvorrang besitzen. Seine Wiederaufnahme würde zugleich eine andere Benennung für *Labatia* Mart. nothwendig machen.

Lucuma die Sectionen *Antholucuma*, *Eulucuma* und *Rivicoa* in sich auf, welche in ihr fortbestehen, nur dass der Name *Eulucuma* füglich in *Aneulucuma* umzuwandeln sein dürfte. Die beiden Gattungen *Lucuma* (emend.) und *Vitellaria* (reform.) umfassen von den Arten der bisherigen Gattung *Lucuma* die mit ölführenden Cotyledonen versehenen. Für die Arten mit amylumführenden Cotyledonen, welche der bisherigen Section *Guapeba* angehören, wäre bei der Abtrennung derselben als besondere Gattung, dieser von B. A. Gomes schon ursprünglich zur Bezeichnung einer auf *Guapeba laurifolia* begründeten Gattung aufgestellte Name beizubehalten, wenn sich nicht aus den mir vorliegenden Materialien mit genügender Sicherheit ergäbe, dass *Pouteria* Aubl. (excl. fructu) als Bezeichnung für diese Gruppe den Altersvorrang besitze. Es erscheint nach der Uebereinstimmung im Baue der Blüthen wahrscheinlich, dass so ziemlich alle Arten der früheren Section *Guapeba*, welche auch durch ihr einheitliches Verbreitungsgebiet im südlichen, besonders östlich von den Anden gelegenen America als etwas Zusammengehöriges sich darstellen, in die Gattung *Pouteria* (emend.) überzutreten haben werden.[21])

Was die eiweissführenden Gattungen dieser Gruppe betrifft, denen nun auch die im Vorhergehenden aus *Lucuma* autor. herausgelöste Gattung *Vitellaria* beizuzählen ist, so zeigt *Achras* die einfachsten Verhältnisse, darin der Gattung *Chrysophyllum* aus der ersten Gruppe nahe kommend. Die Samen sind flach, denen von *Chrysophyllum* ähnlich (wenigstens nach der Abbildung von Gärtner fil. für *Chrysophyllum Cainito*, Carpolog. III, tab. 201, auf welche Pflanze wohl auch die von J. Gärtner unter dem Namen *Sapota mammosa* in Carpolog. II, p. 104 beschriebenen und tab. 104 fig. 1, h, i abgebildeten Samen mit nach innen gerichteter

---

21) Das Nähere über diese 3 Gattungen ist in Zusatz 3 enthalten.

hackenförmiger Biegung am spitzen unteren Ende zu beziehen sind), der Nabel lang, das Albumen wie oben (p. 276) beschrieben, subcartilaginös, ziemlich dünnwandig, die Wände mit eingewachsenen Krystallen besetzt, mit Jod sich bläuend.

Vitellaria, deren Verhältnisse schon im Vorausgehenden dargelegt wurden, kann als ein Seitenast von *Achras* und als ein Uebergangsglied zwischen ihr und *Lucuma* (emend.), sowie *Pouteria* (emend.) angesehen werden.

Sideroxylon zeichnet sich, wenn es gestattet ist, von *S. mastichodendron* Jacq. weiter zu schliessen, und wenn wir von der für die Unterscheidung der Gattung von *Achras* kaum sehr werthvollen Beschaffenheit des Kelches und der nicht viel höher zu taxirenden Verschiedenheit in der Zahl der Fruchtknotenfächer, sowie von der ganz nebensächlichen Stellungsweise der Blüthen absehen, durch ein horniges Eiweiss, auf dessen Oberfläche die Endopleura anhaftet, aus, mit stark collenchymatös verdickten Zellen, welche in Wasser rasch aufquellen, mit Jod sich stark bläuen und (besonders die der äusseren Lagen) eingewachsene Krystalle zeigen. Die Zellmembranen färben sich auch in ihren nicht verdickten Partieen blau. Ein Theil ihrer Substanz geht bei Berührung mit Wasser an dieses über, so dass auf Zusatz von Jodlösung blau gefärbte wolkige Massen in der Umgebung der Schnitte auftreten. Dass die Spitzen der Cotyledonen, wie angegeben wird, über das Eiweiss hervorragen und über dasselbe etwas zurückgeschlagen sind, ist unrichtig oder doch nicht ganz richtig, denn die auseinander weichenden und etwas ausgebreiteten Ränder der Cotyledonen sind immerhin noch von einer zarten, allerdings nur aus ein paar Zelllagen bestehenden Eiweissschichte überdeckt, wie bei sorgfältiger Untersuchung unter dem Mikroskope wahrzunehmen ist. Dabei darf man sich durch den Umstand nicht täuschen lassen, dass diese Zelllagen, wie überhaupt die an der Oberfläche des Albumens gelegenen, sich in Jodlösung nicht

bläuen, vielmehr mit nach innen abnehmender Intensität sich in Folge ihrer Cuticularisirung gelb färben. Auch die Zellen des Embryo sind hier in den Ecken mitunter verdickt und nehmen dann in Jodlösung ebenfalls (schwach) blaue Färbung an. — Die Samen von *Sideroxylon mastichodendron* sind ovoid mit kurzem Nabel am unteren Ende, ganz wie die Abbildung von Gärtner fil. tab. 202 es darstellt. Ob die flacheren, mit einem langen Nabel versehenen und dadurch an *Achras* erinnernden Samen der brasilianischen Sideroxylon-Arten, die auch (einschliesslich des bis Westindien verbreiteten *Sideroxylon rugosum*, von welchem mir eines der von Swartz als *Chrysophyllum rugosum* beschriebenen Originale vorliegt) durch die an *Calophyllum inophyllum* etc. erinnernde Nervatur der Blätter sich auszeichnen und darnach vielleicht besser als eine besondere Gattung zu betrachten wären, in der Beschaffenheit des Albumens sich dem eben Geschilderten gemäss verhalten, war mir zu untersuchen keine Gelegenheit geboten; die Ränder der Cotyledonen werden auch hier als über das Albumen zurückgeschlagen beschrieben. Eben so wenig standen mir Samen der durch einen langen Griffel ausgezeichneten und dadurch an *Achras L.* (*Sapota* Plum.), wohin sie A. De Candolle zieht, erinnernden, vielleicht auch als eine besondere Gattung aufzufassenden, um *S. elengoides* sich gruppirenden indischen Arten zu Gebote.

An *Sideroxylon* scheinen sich nach der Beschreibung ihres Eiweisses als „albumen crassum" oder als „albumen membrana tenui inclusum" die Gattungen *Hormogyne*, ausgezeichnet durch einen „discus hypogynus annularis",[22]) und *Argania*, eigenthümlich durch die unter einander ver-

---

22) Hartog bezeichnet die Gattung *Hormogyne* als hinfällig, da Discusbildung, wenn auch schwächere, den Sapotaceen überhaupt zukomme.

wachsenen Samen und, was den Habitus betrifft, durch die Dornbildung, eng anzuschliessen.

Einen Seitenzweig gleichsam von *Sideroxylon* bildet *Dipholis* mit dreitheiligen Kronenlappen, die seitlichen Theile nach innen gerückt, und die von *Dipholis* angeblich durch Fehlen des Albumens sich unterscheidende, durch häufiges Auftreten von Dornzweigen im Habitus an *Argania* erinnernde Gattung *Bumelia*, durch deren nach etwas unsicheren Momenten erfolgte und demgemäss von einer Vermengung mit Arten anderer Gattungen nicht frei gehaltene Aufstellung Swartz den Botanikern bis auf unsere Zeit einen Stein des Anstosses geschaffen hat.[23]) Aber das Albumen fehlt nicht wirklich. Schon Gärtner fil. hat (Carpolog. III, p. 127, 128, tab. 202) für *Bumelia retusa* Sw. nach Material aus dem Hb. Banks und wohl von Swartz selbst herrührend, wie für *Bumelia lycioides* Pers. angegeben, dass ein spärliches Eiweiss vorhanden sei, und dieses ist, unter dem Mikroskope wenigstens, leicht nachzuweisen: an der (spitzeren) Basis des Samens in mehreren, über der Mitte nur mehr aus etwa zwei Zelllagen bestehend (*Bumelia lycioides*), die, wie die äussersten Zelllagen des Eiweisses auch bei *Dipholis* und *Sideroxylon* etc., dünnwandig sind und mit Jodlösung sich nicht bläuen (vielmehr, wie dort, gelb färben). Der Inhalt der Zellen ist wie der der fleischigen Cotyledonen, die in ihrer Lage gelegentlich intermediäre Verhältnisse zwischen der bei *Sideroxylon* und bei *Achras* zeigen, Öl und Aleuron. Krystalle an den Membranen finden sich nur zerstreut, im Eiweiss noch seltener als in den Cotyledonen. Bei *Bumelia* wie bei *Dipholis* (*montana* Griseb.) ist die Samenschale dunkel; die Endopleura trennt sich von ihr und haftet, wie bei *Sideroxylon*, der Oberfläche des Albumens an. Bei *Dipholis montana*, die sich

---

23) Sieh das Nähere hierüber in Zusatz 4.

nach der übrigen Beschaffenheit aller Samentheile enge an *Sideroxylon* anschliesst, sind die Eiweisszellen nicht bloss in den Ecken, sondern auch an den Flächen verdickt, mit Jod intensiv blau werdend, nur wenige Krystalle einschliessend; die Cotyledonen treten, wie bei *Sideroxylon*, scheinbar über das Eiweiss hervor.

Es sind nun noch die Gattungen *Mimusops* und *Imbricaria* übrig, vor allen anderen eiweissführenden Gattungen der zweiten Gruppe durch das Vorhandensein kleiner Nebenblättchen ausgezeichnet (s. ob. p. 294, Anmerk. 13), mit den zwei letztgenannten dieser Gattungen durch die Zertheilung der Kronenlappen in naher Beziehung stehend und mit *Dipholis*, wie mit *Sideroxylon* auch durch die nur mit einer äusserst zarten Schichte des Albumens überdeckten oberen Ränder der Cotyledonen, in der Beschaffenheit der Eiweisszellen aber von diesen Gattungen beträchtlich verschieden und durch deren Dünnwandigkeit etc. sehr der Gattung *Achras* sich nähernd.[24]) Die Seitentheile der Blumenkronenlappen, deren Zahl in Endlicher Gen. Pl. unrichtig auf 6—16, statt auf 12—16 angegeben ist, sind hier, wie bei *Labramia* nach aussen geschoben und, wie ich bei *Mimusops floribunda* zu sehen Gelegenheit hatte, bei entsprechender Breite derart sich deckend, wie es einer gedrehten Knospenlage der unzertheilt gedachten Kronenlappen entsprechen würde (nur dass ein oder der andere Lappen gelegentlich ganz nach innen, ein Nachbar desselben ganz nach aussen gerückt erscheint). Es kommt somit bei Arten mit breiten Seitentheilen, besonders bei *Imbricaria*, das den gedeckten

---

24) Es standen mir Samen von zweierlei *Mimusops*-Arten zu Gebote, alle mit harter Schale, so dass die Angabe in der Flor. bras. VII, p. 42 für die betreffende Abtheilung *Euminusops*: „Seminum testa coriacea" nicht als zutreffend erscheint.

Bezüglich der Bestimmung der betreffenden Arten vergleiche das in Zusatz 5 Gesagte.

Rand des Blumenblattes repräsentirende Segment gerade nach innen vor das dem deckenden Rande des Nachbarblattes entsprechende Segment zu stehen. Die beiderlei Seitentheile wurden darnach als biseriat (Benth. Hook. Gen. bei *Mimusops* zum Theile), und da die mittleren Abschnitte beiderseits von den Seitentheilen bedeckt, also ganz nach innen gerückt sind, so wurden die 18 (resp. 24) Theile, welche 6 (resp. 8) Blumenblättern entsprechen, in nicht sehr klarer Ausdrucksweise als in 3 Reihen stehende Kronenlappen beschrieben (Endl., Benth. Hook. bei *Imbricaria*). Die Staubgefässe stehen wie überall in dieser Gruppe vor den Kronenblättern, also hier vor deren mittleren Theilen, nicht aber, wie in DC. Prodr. p. 155 und 201, ferner in Wight Illustr. II, 1850, p. 144 irrthümlich angegeben ist, zugleich mit diesen vor den Kelchblättern, vor welche paarweise die benachbarten Seitentheile zweier benachbarter Kronenblätter (die früher sogenannten äusseren Kronenlappenpaare) zu stehen kommen, wie es in der Flora bras. VII, tab. 17 für *Mimusops floribunda* richtig dargestellt ist,[25]) unrichtig dagegen in den vorausgehenden Grundrissen, wie auch in der Darstellung der Kronen überhaupt für *M. subsericea* und *M. longifolia*, ferner im Gattungscharakter und im Conspectus generum. In Benth. Hook. Gen. sind die Stellungsverhältnisse unberücksichtigt gelassen. Die Staminodien, welche mit den fertilen Staubgefässen alterniren, sind häufig zerschlitzt. Für *Imbricaria*, von welcher mir unter dem Namen *I. coriacea* ein sicher zu *Imbricaria* (und nicht, wie es für andere unter dieser Bezeichnung cursirende Exemplare aus tropischen Gärten nach Benth. Hook. Gen. II, p. 660, 662 der Fall ist, zu *Labramia*) gehöriges Exemplar

25) Ebenso bei Eichler, Blüthendiagramme I, 1875, p. 332 (nach *Mimusops subsericea*) und bei Hartog l. c. 1877, p. 67, 69 (nach *Mimusops Elengi*).

aus dem Calcuttaer Garten (mit 4-, resp. 8-gliedriger Blüthe, Staminodien und isomerem, d. h. 8-gliedrigem Gynoecium) nebst Frucht mit leider nicht voll ausgebildeten Samen vorliegt, kommt noch hinzu, dass die seitlichen Segmente der Blumenkronenlappen selbst wieder zerschlitzt sind, wie schon oben (p. 288) erwähnt, und wie es gelegentlich auch bei *Labramia* in geringerem Grade der Fall ist. Die Fruchtknotenfächer sind an Zahl den Kelchblättern gleich und über diese gestellt.

Zur dritten Gruppe endlich gehören die eiweissführenden Gattungen *Isonandra* und *Payena*, die eiweisslosen *Dichopsis* und *Bassia*,[26]) alle vier, wie ich an allen mir vorliegenden Arten gefunden, mit Nebenblättchen versehen, deren Vorkommen auffallender Weise bisher fast überall übergangen ist. Bei *Isonandra* und *Dichopsis* sind die Blüthen in allen Blattkreisen isomer, bei *Payena* und *Bassia* in der Krone und den Androecialkreisen, theilweise auch im Gynoecium, pleiomer. *Payena* ist sicher hier einzureihen und nicht, wie es nach der schon in Benth. Hook. Gen. berichtigten Angabe von A. DC. über das Androecium scheinen könnte, in der zweiten Gruppe. *Bassia* ist weiter ausgezeichnet durch häufig, aber doch nicht in allen Arten (z. B nicht bei *B. longifolia*) dedoublirte Staubgefässe, wovon schon oben (p. 285 etc.) die Rede war.[27]) Der Embryo von *Bassia latifolia*, der einzigen Pflanze aus dieser Gruppe,

---

26) Bei *Bassia*, von deren eventueller Namensänderung in Zusatz 3 die Rede sein wird, zeigen sich da, wo auf grössere oder kleinere Strecken hin die Endopleura beim Austrocknen der Samen an den Cotyledonen, statt an der Testa, haften geblieben ist, unter dem Mikroskope Spuren von Eiweiss, wahrscheinlich Reste eines früher stärker entwickelt gewesenen Albumens, was näher zu verfolgen denen überlassen bleiben muss, welchen entwicklungsgeschichtliches Material zu Gebote steht.

27) In der dabei erwähnten *Bassia elliptica* Dalz., *Dichopsis* sp. Benth. Hook. Gen., sieht auch Hartog (l. c. 1878, p. 359) einen unzweifelhaften Fall von Dedoublirung der Staubgefässe.

von welcher mir sicher bestimmte Samen zu Gebote standen, ist ölreich, in den ölführenden Zellen zugleich Aleuron enthaltend und in besonderen Zellen braunen Gerbstoff sowie in der Oberfläche genäherten Milchsaft führend. Die Membranen sind frei von Krystallen. In diese Gruppe scheinen nun auch die in der Anmerkung zu Seite 288 schon besprochenen, der Beschreibung nach durch einen doppelten Kreis fertiler Staubgefässe, an denen zum Theil auch noch Dedoublirung auftreten zu können scheint, ausgezeichneten, als *Labourdonnaisia discolor* und *L. albescens* (*Bassia alb.* Griseb.) bezeichneten Arten zu gehören.[28]) Auch *Pycnandra* Benth. mag hier ihre Stelle finden, wenn die 25—30 Staubgefässe derselben, wie bei *Bassia*, nicht bloss aus der Dedoublirung epipetaler, sondern auch aus der Entwicklung fertiler alternipetaler Androecialglieder resultiren, was aus den vorliegenden Angaben nicht zu ersehen ist. Die Frucht der Pflanze ist unbekannt; Nebenblättchen sollen ihr fehlen.

Die von Grisebach den Sapotaceen zugewiesene, in Benth. Hook. Gen. als sehr zweifelhaft bezeichnete Gattung *Henoonia* mit einfächerigem Fruchtknoten mag hier ausser Betracht bleiben.

Versuchen wir nun in diese Uebersicht der Sapotaceen-Gattungen *Omphalocarpum* einzureihen, so ist klar, dass dasselbe als mit Staminodien versehene Pflanze der zweiten Gruppe zuzuweisen ist, und zwar der Reihe der mit Albumen versehenen Gattungen, in der es durch die Dedoublirung der Staubgefässe vor allen übrigen Gattungen sich auszeichnet, während die zertheilten Staminodien desselben bei mehreren Gattungen dieser Gruppe

28) Hartog hat sie l. c. 1877, p. 71, bereits von *Labourdonnaisia* getrennt und in eine besondere Gattung *Eichleria*, später (ibid. p. 145) *Muriea* genannt, zusammengefasst, diese aber zuletzt, l. c. 1878, p. 358 als eine besondere, durch fertile interpetale Androecialglieder ausgezeichnete Section in die Gattung *Mimusops* einbezogen.

in verschieden hohem Masse ausgebildet sich wieder finden — so schon bei *Dipholis* (stamina sterilia ovato-lanceolata fimbriata A. DC. etc.), besonders aber bei *Mimusops*. Ueber das Vorhandensein von Nebenblättchen, worin eine weitere Annäherung an *Mimusops* gesehen werden könnte, ist nichts Sicheres bekannt. Mit *Dipholis* hätte *Omphalocarpum*, was für *Mimusops* nicht der Fall ist, den aus nur 1 Cyclus von Blättern gebildeten Kelch gemein. Diese beiden Gattungen aber, wie die ihnen beziehungsweise so nahe stehenden Gattungen *Bumelia* und *Imbricaria*, erscheinen von *Omphalocarpum* durch die ihnen eigene Zertheilung der Blumenkrone beträchtlich abgerückt, *Bumelia* überdiess, wie *Vitellaria*, durch das äusserst spärliche Eiweiss. Uebereinstimmung im Kelche zeigt auch die gliederreiche Gattung *Sideroxylon*; aber, um von den dieser selbst wieder nahe verwandten, durch vereinzelte Eigenthümlichkeiten, wie Discusbildung und Verwachsung der Samen, ausgezeichneten Gattungen *Hormogyne* und *Argania* abzusehen, bei *Sideroxylon* ist die Frucht von vornherein wenigfächerig und wird durch Abortus schliesslich meist einfächerig, und das Albumen ist, wie auch bei *Dipholis*, von wesentlich anderer Beschaffenheit, hornig, mit stark (collenchymatös) verdickten Wandungen. In diesen beiden Stücken wären wieder eher bei *Mimusops* Anknüpfungspunkte zu finden, doch ist auch hier wenigstens die Lage des Keimlings im Albumen und die mächtigere Entwicklung des letzteren mehr den Verhältnissen von *Sideroxylon* als von *Omphalocarpum* entsprechend. Volle Uebereinstimmung dagegen in den zuletzt berührten Momenten, in der minder reichlichen Entwicklung des Albumens, in der Dünnwandigkeit desselben, in seinem Verhalten zum Embryo, dessen Ränder dünn, nicht auseinandergeschlagen und durch verhältnissmässig reichliche Bedeckung mit Albumen ganz unter diesem verborgen sind, ferner in der Vielfächerigkeit der Frucht zeigt die Gattung *Achras* mit

Omphalocarpum; ebenso auch hinsichtlich der Unzertheiltheit der Kronenlappen. Weiter ist die Anheftungsweise der Samen, der lange Nabel, die Beschaffenheit der Samenschale durch alle ihre Schichten hindurch, wie rücksichtlich des Verhaltens der Gefässbündel in ihr, bei diesen beiden Gattungen, wie oben geschildert, durchaus übereinstimmend, während bei *Sideroxylon*, wie bei *Mimusops*, um die übrigen Gattungen ausser weiterem Vergleich zu lassen, in den meisten dieser Stücke nicht unerhebliche Verschiedenheiten vorhanden sind, wenn auch z. B. der Nabel nicht bei allen ihren Arten so kurz erscheint wie bei *Sideroxylon mastichodendron* Jacq. und *Mimusops globosa* Gärtn. fil., und wenn auch im allgemeinen der Bau der Samenschale bei allen diesen Gattungen gleichen Normen folgt. Dazu kommt noch die Analogie in der Structur der Frucht hinsichtlich des Auftretens der Sklerenchymzellengruppen und der Milchsaftschläuche, womit übrigens nicht gesagt sein soll, dass in anderen Gattungen Aehnliches nicht auch vorkomme.

Die Vergleichung führt also zu dem oben schon angegebenen Resultate, dass *Omphalocarpum* als der Gattung *Achras* zunächst stehend zu betrachten sei.

Dabei mag mit Rücksicht auf ihre geographischen Verhältnisse immerhin dem Gedanken Raum gegeben werden, dass beide Gattungen unabhängig von einander und räumlich getrennt — die eine in Africa, die andere in America — jedoch durch eine Veränderung in analoger Richtung aus *Sideroxylon* als dem Haupttypus der ganzen Gruppe zugleich Staminodien und Albumen besitzender Sapotaceen abgeleitet sein mögen.

Was beide von einander unterscheidet ist der bicyclische Kelch von *Achras* einerseits, die Zertheilung der fertilen (und sterilen) Androecialglieder bei *Omphalocarpum* andererseits; ferner die Stellung der Blüthen.

Jedes dieser Momente für sich würde nach dem, was andere Gattungen uns zeigen, kaum genügen, um einen Gattungsunterschied zu bilden. Nur in ihrer Vereinigung erscheinen sie dazu ausreichend.

Zusätze

über einige neue oder kritische, im Vorausgehenden berührte Arten und Gattungen der Sapotaceen.

Zusatz 1. Die der Gattung *Bassia (Dasyaulus)* einzufügende neue Art (s. oben p. 286) mag folgendermassen charakterisirt sein:

Bassia (Dasyaulus) insignis, sp. n.: Folia ex elliptico subcuneata, subacuta, petiolo 1,5-centimetrali adjecto circa 16 cm longa, 5 cm lata, pinnatinervia, laxe reticulato-venosa, subcoriacea, utrinque (etiam juniora) glabra; pedicelli in apice ramorum axillares et infra partem foliigeram supra foliorum delapsorum cicatrices bini vel terni 2-centimetrales; calyx 4-sepalus, sepalis biseriatis (rarius sepalis aliis 2 super exteriora positis adjectis 6-sepalus, sepalis triseriatis), exterioribus ex ovato sublanceolatis, 8 mm longis, 4 mm latis, acutis, subglabris, interioribus vix longioribus ellipticis v. elliptico-lanceolatis obtusiusculis, extus praesertim ad lineam medianam pilis adpressis fulvis sericeo-pubescentibus, margine villosis, intus glabris; corolla 14 mm longa, ad medium 6-partita, lobis erectis oblongis obtusis extus ad lineam medianam sericeis, tubo aequilongo extus sericeo-villoso, intus praeter basin villoso-tomentoso; stamina circiter 18, corollae fauci 1-seriatim inserta; filamenta brevia, vix 2-millimetralia, villosa, bina lobis corollinis opposita approximata et plus minus connata, alia singula lobis alterna; antherae ovato-lanceolatae, longe cuspidatae, limbi lobis fere dimidio breviores, glabrae; germen 7-loculare, subglabrum; stylus longus,

corollam dimidio superans, glaber, in stigma parvum obtusum extenuatus. Fructus ignotus. — Arbor; prope urbem Mangalor in terra Canara Indiae orientalis legit Metz, m. Febr., flor. Incolis *Ibbe-gida* et *Nanilu.* E seminibus oleum eliciunt. Ed. Hohenacker sub n. 397: *Bassiae* n. sp.? Miq. (in schedis).

Die oben an gleicher Stelle (p. 286) erwähnte, auch in Canara einheimische *Bassia elliptica* Dalz. (*Dichopsis* sp. Benth. Hook. Gen.) unterscheidet sich der Beschreibung nach von der eben charakterisirten Pflanze durch die längeren („die 6—9 Linien langen Blattstiele um das 3—4-fache übertreffenden") Blüthenstiele, durch den 6-theiligen Kelch mit 2-reihigen Abschnitten und namentlich durch die Gestalt der äusseren Kelchtheile, welche breit abgerundet-eiförmig genannt werden, ferner durch die den Lappen der Krone an Länge nachstehende, nur 2 Linien lange Kronenröhre.

Zusatz 2. Der Charakter der aus *Chrysophyllum macrophyllum* Mart. (*Chrysophyllum brasiliense* A. DC.) hervorgehenden Gattung *Sarcaulus* (s. oben p. 293, Anmerk. 12) ist folgender:

Sarcaulus, gen. n.: Sepala 5, eutopice imbricata, sub anthesi patentia; corolla globosa, extus dense sericea, 5-dentata, dentibus crassiusculis aestivatione valvatis, tubo crassissimo corticoso-carnoso intus villoso; staminodia 5, extus sericea, corollae dentes interiores sat crassos simulantia; stamina 5, ad mediam corollae dentium basin inserta, filamentis brevibus subulatis villosis, antheris ovatis subextrorsis; germen adpresse villosum, 5-costatum, 5-loculare stylusque subulatus 5-sulcatus corollae tubo aequilongo arcte amplexus; stigma brevissime 5-lobum; gemmulae in loculis solitariae, oblongae, supra medios loculos affixae, micropyle infera, dorso coma pilorum ab apice loculorum dependente obtectae; fructus ignotus. — Frutex? paraënsi-surinamensis;

folia elliptico-oblonga, basi rotundata (rarius subacuta) petiolis breviusculis insidentia, pinnatinervia, reticulato-venosa, fuscescentia, glabriuscula; flores dense fasciculati, longiuscule pedicellati, pedicellis apice incurvis.

Species 1: *Sarcaulus macrophyllus* m. (*Chrysophyllum macrophyllum* Mart. in Herb. Fl. bras., 1837, p. 175; *Chrysophyllum brasiliense* A. DC. Prodr. VIII, 1844, p. 156; Flor. bras. VII, 1863, p. 103). — Hinsichtlich des Speciesbeinamens sieh die Bemerkung Seite 293, Anmerk. 12.

Zusatz 3. Ueber die Zergliederung der Gattung *Lucuma* in die Gattungen *Lucuma* emend., *Vitellaria* reform. und *Pouteria* emend. (s. oben p. 297 etc.) ist folgendes Nähere beizufügen.

Unter dem Gattungsnamen *Lucuma* wurden zuerst von Molina (Ed. I, 1782) Pflanzen des peruanisch-chilenischen Gebietes veröffentlicht, für welche dort die gleiche Bezeichnung im Munde des Volkes schon sich vorfand, und wenige Jahre später (1789) begründete (unabhängig von Molina, wie es scheint) A. L. de Jussieu auf eine dieser Pflanzen, welche durch Ruiz & Pavon im III. Bande der Flor. peruv., 1802, p. 17, tab. 239 unter dem Namen *Achras Lucuma* ihre nähere Beschreibung und Abbildung gefunden hat, unter Berufung auf J. Jussieu und Dombey (vielleicht das von Pritzel erwähnte Manuscript in der Bibliothek Delessert? oder „Dombey Mss. in Hb. Juss.“, wie Poiret in Lam. Encycl. VI, p. 531 citirt) und unter Anführung des erwähnten Vulgärnamens in aller Form die Gattung *Lucuma*, zu welcher er aber auch *Achras mammosa* L., die nachmalige *Lucuma mammosa* aus den Antillen rechnen zu müssen glaubte, wie er in der dem Gattungscharakter angefügten Bemerkung „Huc *Achras mammosa* L.“ ausgedrückt hat.

Achras Lucuma R. & P. nun ist wahrscheinlich die-

selbe Pflanze, von welcher Molina verschiedene Formen als *Lucuma bifera* und *L. turbinata* bezeichnet hat, wie auch Filippi in seinem Commentare zu Molina (Bot. Zeit. 1864, Beilage, p. 12) annimmt, und welche später Bonpland unter ausdrücklicher Einbeziehung des Synonymes von R. & P. als *Lucuma obovata*, endlich A. DC. als eine *var. β Ruizii* der Bonpland'schen Art beschrieben hat. Sie mag füglich als *Lucuma bifera* Mol. bezeichnet werden, welcher Name darauf hindeutet, dass die in Chili cultivirte Pflanze, welche nach Gay um Santiago nur mehr schwierig, weiter südlich gar nicht mehr gedeiht, wenigstens wiederholt im Jahre blüht, während sie in ihrem eigentlichen Heimatlande Peru nach R. & P. das ganze Jahr hindurch in Blüthe und Frucht zu finden ist. Einige Verschiedenheiten in den übrigen Angaben der Autoren, welche DC. hervorhebt, scheinen der Zusammenfassung des hier Vereinigten nicht ernstlich im Wege zu stehen: Kunth bezeichnet nach Notizen von Bonpland die Krone als dem Kelche an Länge nachstehend — das mag sich aus einer Untersuchung noch nicht voll entfalteter Blüthen erklären lassen; DC. weiter findet bei einem authentischen Exemplare im Herb. Delessert (d. h. wenn ich recht interpretire, bei einem Exemplare von R. & P.) den Fruchtknoten 4-fächerig, nicht 10-fächerig, wie Ruiz & Pav. und Jussieu (nach Dombey) im Genuscharakter sowie (hiernach?) auch Kunth fragweise (unter *Lucuma obovata*) angeben — das erklärt sich aber leicht, wenn man sieht, dass Ruiz & Pav., deren Angaben mit denen von Dombey als aus einer Feder geflossen anzusehen sind (sieh Lasègue, Mus. Deless., p. 247), auch bei ihrer *Achras Caimito* (*Lucuma Caimito* Röm. & Sch., *Pouteria Caimito* m.) die Anzahl der Fruchtfächer um das Doppelte zu hoch angeben, indem sie wahrscheinlich eine eigens geartete, reichlicher von Milchsaftschläuchen durchsetzte Gewebspartie zwischen den Fruchtfächern als schon sehr früh

und vollständig abortirte Fruchtfächer selbst wieder angesehen haben, wie es auch ihre Zeichnung, in der diese Scheinfächer regelmässig alterniren mit den theils vollkommen, theils unvollkommen entwickelten 5 Fächern, und ihre Ausdrucksweise, gemäss welcher sie sehr früh verschwindende von fast obliterirenden Fächern unterscheiden („fructus loculamenta omnia in germinibus aut pomis tenerrimis transversim sectis tantum discernuntur, postea dimidia illorum pars evanescit; semina 1—2 aut 3 adolescunt, reliqua abortiunt et loculamenta fere obliterantur" l. c. p. 17, observ. 1), annehmen lässt. Bei *Achras Caimito*, von der ich Blüthen aus dem Herb. Pavon und vollständig damit übereinstimmende der von Martius in Gärten um Pará gesammelten Pflanze untersuchen konnte, sieht der Fruchtknoten nach Hinwegnahme der langen, sehr ungleich 2-armigen Borstenhaare in der That wie 8-fächerig aus, da sich nicht bloss zwischen den Fächern, sondern auch auf dem Rücken jedes Faches eine Furche findet, und an einem tief geführten Querschnitte können die Milchsaftschläuche in den Scheidewänden, unter Umständen wohl als Spuren verschwundener Fächer missdeutet werden. Somit reducirt sich die Zahl der Fruchtfächer bei *Lucuma bifera* auf 5, und eine gelegentliche Verminderung derselben auf 4, wie sie DC. beobachtet hat, oder eine Erhöhung auf 6, wie sie in der Flora bras. VII, p. 69 (aber ohne nähere Bezeichnung der betreffenden Grundlage) angegeben wird, erscheint für eine Sapotacee als nichts Aussergewöhnliches.

Mit *Lucuma bifera* Mol. (incl. *L. turbinata* Mol., einer nur einmal im Jahre fructificirenden Form) ist zweifellos die oben (p. 296) rücksichtlich der anatomischen Beschaffenheit ihrer Samen näher betrachtete *Lucuma Valparadisaea* Mol. (mit der die gleiche Pflanze darstellenden *Lucuma splendens* A. DC.) in dieselbe Gattung zu stellen, unter Ausschluss des von Molina unrichtig hieher bezogenen

Namens *Bellota* und der damit bezeichneten Pflanze, d. i. *Laurus Bellota* Miers = *Bellota Miersii* Gay = *Boldu chilanum* Nees t. Meisner in DC. Prodr. XV, 1, p. 67 = *Cryptocarya* sp. Benth. Hook. Gen. III, p. 151.

Auf diese beiden Arten, welche sogar schon zu einer Art (von Hook. & Arn. in Journ. Bot. I, 1834, p. 282) zusammengefasst worden sind, erscheint vor der Hand die Gattung *Lucuma* beschränkt. Sie mögen, wie die Gattung selbst im Folgenden kurz charakterisirt sein:

Lucuma Mol. (Juss.) emend.: Flores 5- (interdum 4-) meri; calyx 5-partitus, lobis imbricatis, extus adpresse villosis; corolla (expansa) calyce duplo longior, ad medium 5-partita; staminodia 5 (alternipetala); stamina 5 (epipetala); germen 5- (rarissime 4-, 6-) loculare; stylus corolla longior, subulatus; stigma brevissime 5-lobum; semina ellipsoideo-globosa, hilo lato ovali, apice omphalodio notato, exalbuminosa; embryonis radicula infera, cotyledones crassae, oleoso-carnosae. — Arbores peruano-chilanae; folia sparsa vel bina, terna approximata; flores axillares subfasciculati.

1) *Lucuma bifera* Mol. emend.: Folia sparsa, subobovata, glabra; pedicelli axillares solitarii, gemini, ternive, petiolo dimidio breviores; flores majores (magnitudine illos *Achradis Sapotae* aequantes); fructus edulis. — In Peruvia per totum fere annum florens; culta in hortis chilensibus bis in anno floret. Vulgo *Lucuma*. — *Lucuma bifera* Molina, 1782; A. DC. in Prodr. VIII, 1844, p. 173; Filippi in Bot. Zeit. 1864, Beilage, p. 12; *Achras Lucuma* R. & P. Fl. peruv. III, 1802, p. 17, tab. 239; Pers. Synops. I, 1805, p. 235; Molina Ed. II, 1810, p. 282; (?) *Lucuma obovata* Kunth in Humb. Bonpl. K. Nov. Gen. et Sp. III, 1818, Fol., p. 189; Gay Flor. chil. IV, 1849, p. 377; *Lucuma obovata* Kunth *var. β Ruizii* A. DC. in Prodr. VIII, 1844, p. 172.

Forma *turbinata*: Culta in hortis chilensibus, semel in anno floret. — *Lucuma turbinata* Molina, 1782; A. DC. l. c. cf. Filippi l. c. Huc forsan observ. in Fl. per. III, p. 18 de arboribus poma parva, ovata, acuta absque seminibus proferentibus.

2) *Lucuma Valparadisaea* Mol. emend.: Folia subopposita vel subternato-verticillata, elliptica, subtus sericeo-pilosa; pedicelli fasciculati, petiolum aequantes; flores minores; fructus amarus. — In Chile: Vulgo *Lucuma*. — *Lucuma Valparadisaea* Molina, 1782, excl. nom. vulg. *Bellota* (cf. supra p. 313, 314); A. DC. l. c. p. 172; Gay l. c. p. 376; Filippi l. c. p. 12; *Lucuma splendens* A. DC. l. c. p. 171.

Dass die von Molina noch weiter zu *Lucuma* gerechneten Pflanzen nicht hieher gehören, dafür mögen die Angaben Anderer angeführt sein.

Für *Bellota* ist das schon im Vorausgehenden geschehen.

Lucuma spinosa Mol., mit dem Vulgärnamen *Chagnar*, welche in DC. Prodr. noch unter *Lucuma*, aber mit dem Beisatze verosimiliter excludenda aufgeführt ist, wird von Filippi a. a. O. auf die in Gay Flora chilena II, 1846, p. 218 als neu beschriebene Leguminose *Gourlica chilensis* (Filippi schreibt p. 12 und 20 *Gourlica chilensis* Clos) bezogen.

Lucuma Keule Mol., mit dem Vulgärnamen *Keule* oder *Queule*, gewöhnlich als identisch angesehen mit der von Ruiz & Pav. unter Beifügung des eben erwähnten Vulgärnamens *Queule* aufgestellten *Gomortega nitida*, deren Name von Persoon ohne ausreichenden Grund in *Adenostemum nitidum* umgewandelt wurde (vergl. darüber Pers. Synops. I, 1805, p 467 und die Anmerkung in Ruiz & Pav. Prodr. Ed. II, 1797, p. 52), ist als Synonym dieser bis vor Kurzem zu den Laurineen gerechneten, nach Benth. Hook. Gen. III, p. 149, 150 aber als gänzlich zweifelhaft anzusehenden, auf heterogene Dinge basirten und hinsichtlich

der Frucht vielleicht zu den Euphorbiaceen zu rechnenden Pflanze, wie von Persoon, so auch von A. DC. in Prodr. VIII, p. 173 aufgeführt, während Gay in Flor. chil. V, 1849, p. 303 zu *Adenostemum nitidum* Pers. zwar den Vulgärnamen *Queule* („und *Hual-hual*"), nicht mehr aber das Synonym von Molina anführt, und Meisner dasselbe in DC. Prodr. XV, 1, 1864, p. 68 sogar ausdrücklich ausschliesst. Molina selbst hat seine Pflanze später als *Keulia chilensis* bezeichnet (Edit. II, 1810, p. 159 und 288, welche Stelle Benth. & Hook. l. c. vergeblich — nach dem Citate von Nees — gesucht zu haben berichten), und in dieser Form wird sie in Filippi's Commentar l. c., 1864, p. 12 abermal mit *Adenostemum nitidum* Pers., und zwar mit dessen Beschreibung bei Gay in Verbindung gebracht.

Was nun die von Jussieu schon zu *Lucuma* gezogene *Achras mammosa* L. betrifft, welche zunächst von Gärtner fil., dann von allen folgenden Autoren *Lucuma mammosa* genannt wurde, so veranlasste dieselbe alsbald eine derartige Verschiebung in der Auffassung der Gattung *Lucuma*, dass sie gewissermassen als die Hauptart der Gattung angesehen und zur Grundlage einer Sectio „*Eulucuma*" gemacht wurde, während die eben besprochenen peruanisch-chilenischen Arten gleichsam in den Anhang der Gattung, unter die zweifelhaften Arten zurücktraten. Und doch herrschten gerade hinsichtlich dessen, was unter *Achras mammosa* L. zu verstehen sei, die mannigfachsten Zweifel und Unklarheiten, wie aus den verschiedenartigen Auffassungen hervorgeht, welche dieselbe bei den Autoren gefunden hat, und von denen gleich weiter die Rede sein soll.

Schon Linné selbst hat bei der Aufstellung der Art unter dem Namen *Achras mammosa* in Spec. Plant. Ed. II,

1762, p. 469 Unzusammengehöriges zusammengefasst, später aber in Syst. Veg Ed. XII, 1767, p. 251 und in Mant. II, 1771, p. 368 eine für die Auffassung seiner Art wesentliche Ausscheidung getroffen. Aus dieser, wie aus dem von Linné gewählten Artbeinamen „*mammosa*“ ist deutlich zu erkennen, dass er jene Pflanze im Auge gehabt habe, welche an den von ihm definitiv auf die Pflanze bezogenen Stellen von Plukenet (Almag., 1696, p. 39, tab. 268, fig. 2), Sloane (Hist. Jam. II, 1725, p. 124, tab. 218), Browne (Hist. Jam., 1756, p. 201, n. 5), und Jacquin (Stirp. Americ. Hist., 1763, p. 56, t. 182, f. 19) *Mammee-Sapote* oder *Mamei-Sapote* genannt ist. Ausser diesen Stellen ist von den ursprünglich angeführten auch noch Rajus Hist. II, 1688, p. 1800, n. 9 als hieher gehörig zu betrachten und Clusius Exot., 1605, Lib. II, p. 56 c. ic. (excl. monente Jacquinio obs. de Balsamo peruano), an welch' letzterer Stelle schon des weiter unten noch zu erwähnenden angenehmen Geruches und Geschmackes der Samenkerne gedacht ist, welcher zu der Bezeichnung *Pain d'épice* geführt zu haben scheint.

Die wichtigste von diesen Stellen, welche offenbar auch die von Linné durchgeführte Verbesserung seiner ursprünglichen Angaben veranlasst hat, ist die von Jacquin (1763), welcher eine Abbildung von Blatt und Blüthe der Pflanze gibt und sich auf die zunächst belangreiche Stelle von Sloane mit Abbildung eines fruchttragenden Zweiges und eines Samens, sowie auf Plukenet und Browne bezieht, ohne aber eine unzweifelhaft auch hieher gehörige Angabe in seiner Enumeratio Plant. Carib., 1760, p. 15: „*Sideroxylum Sapota;* inerme, calycibus decaphyllis; ♄; Sloane Jam. t. 218“ zu berücksichtigen, was Linné wieder veranlasst zu haben scheint, das ursprünglich gegebene Citat dieser Stelle unnöthigerweise zu entfernen (Syst. XII l. c.), ja sogar unrichtigerweise und wohl nur wegen des darin

enthaltenen Namens *Sapota* zu *Achras Sapota* zu transferiren (Mant. II l. c.), wohin es entschieden nicht gehört.

Die Stellen von Jacquin und Sloane scheinen sich in der That auf ein und dieselbe Pflanze zu beziehen, und ist in denselben (von einer unbeholfenen Darstellung der rauhen, vielleicht auch faltigen oder rissigen Fruchtoberfläche abgesehen) nichts enthalten, was sich zu widersprechen schiene. Jacquin, welcher auch in der Editio picta eine mir unbekannt gebliebene Darstellung der Pflanze gibt, hat Linné's Namen *Achras mammosa* in der Edit. Manhemens., 1788, angenommen. Aus seiner Darstellnng mögen des Folgenden halber die wesentlichsten Punkte hervorgehoben sein. Es ist das der 10-blättrige Kelch, das 5-fächerige Pericarp, der mit sehr angenehmem, starkem Geruche nach bitteren Mandeln versehene Samenkern und die unter den Blättern an den nackten Zweigen oft auf grosse Strecken hin sehr dicht stehenden Blüthenstiele.

Eine Pflanze mit den von Jacquin, namentlich für den Kelch, angegebenen charakteristischen Eigenschaften ist von Kunth nach einem von Bonpland um Havannah gesammelten Fruchtexemplare als *Lucuma Bonplandi* beschrieben und in der Flora bras. VII, tab. 25 nach wahrscheinlich von Poeppig gesammelten Blüthenexemplaren abgebildet worden, und manche Autoren, wie Grisebach (Cat. Pl. Cub., 1866, p. 165), beziehen demnach diese Materialien, und wohl mit Recht, aufeinander und vindiciren der dadurch repräsentirten Pflanze den aus der Linné'schen Bezeichnung hervorgegangenen Namen *Lucuma mammosa*, und ich schliesse mich, indem ich dem oben (p. 298) Gesagten gemäss diesen Namen in *Vitellaria mammosa* umändere und die Pflanze als den einzigen Repräsentanten der (nach den De Candolle'schen Nomenclaturregeln, § 63) aus *Eulucuma* hervorgehenden Section *Anculucuma* der Gattung *Vitellaria* betrachte, dieser Ansicht an. Ueber die auf

diese Pflanze nicht passende Angabe Linné's: „Flores solitarii" darf wohl hinweggesehen werden. Linné scheint die Pflanze nicht gesehen zu haben. Dass er ihr, wie seiner *Achras Sapota* „flores solitarii" zuschreibt, erklärt sich wohl aus dem Bestreben, für diese beiden Arten einen prägnanten Unterschied gegenüber seiner dritten Art von *Achras*, *A. salicifolia*, d. i. *Dipholis salicifolia* mit fasciculirten Blüthen hervorzuheben, wofür die bildlichen Darstellungen dieser 3 Pflanzen bei Sloane l. c. t. 218, 230 und 206 fig. 2 den Anhaltspunkt gegeben zu haben scheinen. Nach diesen Abbildungen ist aber immerhin ein beträchtlicher Unterschied vorhanden zwischen dem, was Linné das einemal mit Recht, das anderemal mit Unrecht „flores solitarii" genannt hat.

Andere Autoren, wie Miquel und Martius in der Flora bras l. c. halten sich dagegen an die Abbildung der Samen bei Sloane und der damit übereinstimmenden bei Gärtner fil., welcher nur eine isolirte Frucht vor sich hatte und das, was er über die Blüthe der Pflanze beibringt, lediglich in einem von Jussieu entlehnten, also auf die peruanisch-chilenischen, ächten Lucumen sich beziehenden, etwas erweiterten Gattungscharakter ausdrückt, und identificiren damit die von Martius selbst gesammelten Samen einer Pflanze, welche, aus den Antillen stammend, in Brasilien cultivirt wird, und welche sie ihrerseits *Lucuma mammosa* nennen, die aber einen 4-gliedrigen Kelch und eine 6-gliedrige Krone besitzt und deshalb einer anderen Section der bisherigen Gattung *Lucuma* — der Section *Antholucuma* — angehört, und für welche Grisebach (l. c.) seinerseits deshalb einen anderen Namen „*Lucuma Gärtneri* seu *L. mammosa* Gärtn. sec. Miq." in Anwendung bringt, obwohl in keiner Weise eine Vergewisserung darüber erlangt ist, ob nicht die von Gärtner fil. abgebildeten Theile zu der Jacquin-Bonpland'schen Pflanze gehören und von

Miquel und Martius nur, weil auch andere Arten solche Samen besitzen, auf eine solche andere in Brasilien cultivirte Art bezogen worden sind. Der Beiname „*Gärtneri*" erscheint deshalb für diese Pflanze nicht wohl annehmbar, und mag eine besondere Bezeichnung für dieselbe überhaupt als überflüssig erscheinen, da sie wohl zweifellos mit einer der übrigen antillanischen Arten aus der Section *Antholucuma* identisch und deshalb wie diese als *Vitellaria multiflora — pauciflora — Serpentaria — Valenzuelana* (s. die betreffenden unter *Lucuma* aufgeführten Arten in DC. Prodr. l. c. und Griseb. Cat. pl. Cub. l. c.) zu bezeichnen sein wird. Uebrigens mögen die in der Flora bras. VII, tab. 23 abgebildeten Samen, von welchen ein Theil aus Brasilien, der andere aus Martinique ist, sogar zwei Arten angehören, da die einen (die aus Martinique nach Miquel's Angabe) kleiner und mit einer vorspringenden Rippe auf dem Rücken versehen sind, welche den grösseren, in der untersten Reihe dargestellten zu fehlen scheint. Mir vorliegende Exemplare aus den Antillen (von Crudy gesammelt), welche Miquel eigenhändig als *Lucuma mammosa* bezeichnet hat, und welche auf alle seine Angaben wohl passen, abgesehen von der vielleicht von anderen Exemplaren hergenommenen über Sechsfächerigkeit des Fruchtknotens, stimmen vollkommen überein mit der Beschreibung von *Lucuma multiflora* A. DC. = *Vitellaria multiflora* m. und unterscheiden sich durch weniger starke Behaarung der Zweigspitzen, minder zahlreiche Seitennerven des Blattes, ungleich lange Kelchblätter, von denen die äusseren, nur in der Mitte behaarten, meist um ein Drittel kürzer sind als die kahlen inneren, und nur 4-fächerigen Fruchtknoten von Wullschlaegel n. 915, Santa Crux Berge, Manchester, Jamaica, welche Grisebach in Fl. Brit. W. Ind. Isl. zu *L. multiflora* A. DC. gerechnet hat, während sie wohl zu *L. pauciflora* A. DC. = *Vitellaria pauciflora* m. gehört. Ausser in den ange-

gebenen Stücken ist die Wullschlaegel'sche Pflanze von der Crudy'schen noch dadurch verschieden, dass bei ihr nicht bloss die äusseren Kelchblätter, und zwar vollständig, sondern auch die inneren in der Mitte der Aussenseite behaart sind.

Wieder andere, wie A. De Candolle, beziehen, wofür eben die Zulässigkeit besprochen worden ist, die Abbildung von Gärtner fil (aber was unzulässig ist, sammt dessen Gattungsbeschreibung, welche von Jussieu entlehnt ist, und aus welcher die von Ruiz & Pavon, resp. Dombey, herrührende, auf *Lucuma bifera* bezügliche und auch für diese, wie oben gezeigt wurde, unrichtige Bezeichnung der Frucht als 10-fächerig auch in die Beschreibung der abgebildeten Frucht selbst wieder von Gärtner f. hereingezogen erscheint) und mit dieser übereinstimmende Samen der Pariser Sammlung (deren Beschreibung Miquel mit seiner *L. mammosa* in Verbindung bringt) auf die Jacquin'sche Pflanze unter dem Namen *Lucuma mammosa* und lassen dabei *Lucuma Bonplandi* Kunth als eine verwandte Art für sich bestehen. Es ist, wie schon erwähnt, kein zwingender Grund vorhanden, das was A. DC. von den schon besprochenen Stücken vereinigen zu müssen glaubte, zu trennen, wie es in der Flora bras. und bezüglich der Angaben von Gärtner fil. auch von Grisebach geschehen ist. Es erscheint vielmehr angemessen, wie oben unter *Vitellaria mammosa* m. schon geschehen ist, auch *Lucuma Bonplandi* noch hinzuzuziehen Etwas anderes freilich ist es wohl mit den noch weiter von DC. hieher gerechneten Dingen, namentlich mit der Humboldt'schen Pflanze vom Orinoco, in welcher, obwohl nur Blätter von derselben vorhanden waren, Kunth in Humb. Bonpl. K. Nov. Gen. etc. III, 1818, Fol., p. 188 unter dem Namen *Lucuma mammosa* die Jacquin'sche Pflanze und in vollständig kritikloser Häufung von Citaten auch die oben (p. 299) zu *Chrysophyllum* gerechnete

Lucuma mammosa J. Gärtn. II, p. 104 sehen zu sollen glaubte. Von dieser Pflanze Kunth's mag hier abgesehen sein.

Endlich ist noch eine Darstellung von Tussac, Fl. d. Antilles III, 1824, p. 29, t. 6 zu erwähnen, welche eine Frucht und Samen, wie sie den Beschreibungen der *Mammee-Sapote* vollständig entsprechen, auf derselben Tafel mit einem blühenden Zweige zusammenstellt, der Blüthen einer *Bassia* trägt, das Ganze als „*Achras mammosa* Linnaei, *Bassia* Jussiaei" überschrieben, aus welch' letzteren Worten Grisebach im Cat. Pl. Cub. p. 164 im Anschlusse an seine *Bassia albescens* (wie auch schon in der Fl. Brit. West. Ind. Isl. p. 402 unter n. 22) eine „von den Autoren bisher vernachlässigte *Bassia Jussiaei* Tuss." macht, während Tussac damit nach seiner ausdrücklichen Erklärung (p. 31) nur auf die ihm selbst nicht entgangene nahe Beziehung des von ihm Dargestellten zur Gattung *Bassia* hindeuten wollte, welche Gattung er, statt Linné (resp Koenig in Linn. Mant. II, 1771, App. p. 555 und 563), irrthümlich Jussieu zuschreibt (in dessen Gen. Plant. ihr übrigens das Autorzeichen „L" nicht fehlt) und deren Namen er wegen *Bassia* Allioni in Misc. phil.-math. Taurin. III, 1766, p. 177, t. 4, f. 2 (= *Salsola murcicata* Linn. Mant., 1767, p. 54 n. 13, Mant. II, 1771, p. 512 = *Echinopsilon muricatus* Moq.-Tand. in Ann. Sc. n., sér. 2, II, 1834, p. 127 & DC. Prodr. XIII, 2, 1849, p. 134 = *Chenolea* Thunb. sp. sec. Benth. Hook. Gen. III = *Kochiae* Sect. *Bassia* c. sp. *Kochia muricata* Boiss. Fl. or. IV, 1879, p. 925) als nicht einmal annehmbar erklärt — und zwar mit Recht das, sobald man nicht, wie Linné in Mant. II, p. 512, *Bassia* Allioni als eine Art von *Salsola* aufrecht erhält, in welchem Falle für jene Chenopodieen-Gattung, welche diese Pflanze einzuschliessen hat, sei das nun *Echinopsilon* Moq.-Tand. (1834), oder *Chenolea* Thunb. (1810), oder *Kochia* Schrad. (1800), die ältere Bezeichnung *Bassia* Allion. (1766)

wieder herzustellen ist, während für die Sapotaceen-Gattung *Bassia* Linn. (resp. Koenig, 1771) eine andere Bezeichnung zu wählen ist, mag das nun *Dasyaulus* Thw. sein oder eine der älteren, aber bisher nur mit mehr oder weniger Unsicherheit auf *Bassia L.* bezogenen Bezeichnungen von Hasskarl und Blanco — *Kakosmanthus*, *Keratophorus*, *Azaola*, *Palaquium* — deren Anrecht und Vorrecht erst näher zu bestimmen wäre.

Die Darstellung von Tussac ist von A. DC. (hier wie an anderen Stellen und, wie es scheint, absichtlich) übergangen, in der Flora bras. aber unter *L. mammosa* sammt der wohl auf *Vitellaria Rivicoa* m. (*Lucuma R.* Gärtn.) zu beziehenden Abbildung einer „*Achras mammosa*" von Descourtilz Fl. méd. d. Ant. II, 1822, t. 104 als „ad alias spectans Sapotaceas" bezeichnet, von Grisebach, wie vorhin erwähnt, als eine besondere Art von *Bassia* aufgefasst, diese aber in Benth. Hook. Gen. bei Besprechung der *Bassia albescens* Griseb. ignorirt worden. Sie scheint mir aus einer vielleicht erst in Paris geschehenen Confundirung der Blüthen einer *Bassia* mit der Frucht einer *Vitellaria* (vielleicht der *V. mammosa* m., wie aus der Uebereinstimmung von Tussac's Angaben über die Verwendung der Samen statt Pfirsichkernen zur Liqueur-Fabrication mit Jacquin's oben erwähnter Angabe über den starken Geruch der Samenkerne nach bitteren Mandeln sich zu ergeben scheint) hervorgegangen und mag damit verlassen sein. Nur sei noch bemerkt, dass die Darstellung der Blüthe bei Tussac, die er aber in Vol. IV, p. 56 bereits wieder vergessen hat, indem er der Pflanze hier 5 Staubgefässe zuschreibt, zunächst auf *Bassia longifolia* L. hinzudeuten scheint, bei der ich an Exemplaren von Rottler aus Tranquelar 8 Kronenlappen und 16 in 2 Reihen geordnete Staubgefässe finde, nur dass die Staubgefässe der unteren Reihe (wie es Lamarck Illustr. Gen. t. 398 wenig-

stens für die eine Hälfte der Krone richtig dargestellt hat), nicht die der oberen, wie Tussac zeichnet, vor den Kronenlappen stehen, und dass die Antheren nicht behaart sind, übrigens auch nicht 3-zähnig an der Spitze, wie in DC. Prodr. angegeben ist. Sehr wohl passt zu meiner Auffassung die Angabe von Tussac, dass in Malabar die Blüthen der Pflanze (wie auch von Lam. Encycl. III, p. 235 berichtet wird) genossen und in's Wasser gethan werden, um diesem einen angenehmen Geschmack zu geben.

Aus mehreren Theilen dieser verschiedenen Auffassungen und der ihnen zu Grunde liegenden Darstellungen leuchtet, was hier das Belangreiche ist, eine sehr innige Verwandtschaft der in die Sectionen *Eulucuma*, *Antholucuma* und *Rivicoa* eingereihten Arten der bisherigen Gattung *Lucuma* hervor und eine so grosse Aehnlichkeit der Samen dieser Gewächse in ihrer äusseren Erscheinung, dass ich nicht fehl zu greifen denke, wenn ich, wie oben (p. 298) geschehen, für alle die Anwesenheit des bei einem gefundenen spärlichen Albumen voraussetze und sie deshalb sämmtlich in eine von den eigentlichen Lucumen abgetrennte Gattung zusammenfasse, auf welche der Gattungsname *Vitellaria* Gärtn. fil. ausgedehnt sein mag. Dieser Ausdehnung entspricht die für mehrere dieser Arten berichtete populäre Bezeichnung *Jaune d'oeuf* (s. Aublet, Gärtn. f., Poiret in Lam. Encycl. VII, Descourtilz, Tussac, DC. Prodr., Fl. bras. ll. cc.). Der von mir untersuchte Same (aus der Havannah) entspricht zumeist den in der Flor. bras. VII, tab. 23 in der untersten Reihe zusammengestellten Zeichnungen. Die von der Testa abgetrennte Endopleura desselben ist dicht der leicht gerunzelten Oberfläche des Albumen angeschmiegt. Die Cotyledonen sind ungleich gross, der kleinere halb seitlich, halb rückenständig, so dass die Berührungsfläche beider die radiäre Halbirungsebene des Samens etwa in einem Winkel von 45° schneidet. Die Gestalt der

Samen und das ganz verschiedene Massenverhältniss zwischen Albumen und Embryo lassen eine Wiedervereinigung mit *Achras* nicht angemessen erscheinen. Der mehrgliedrige Kelch von *Vitellaria mammosa* findet ein Analogon in der Gattung *Dipholis*, bei *D. montana*, um von Sapotaceen, welche eine minder weit gehende Vermehrung der Kelchtheile zeigen (*V. procera* m.) oder welche für sich besondere Gattungen bilden (*Omphalocarpum*) abzusehen.

Die Charakteristik der Gattung *Vitellaria* Gärtn. fil. reform. mag kurz folgendermassen zusammengefasst sein:

Vitellaria Gärtn. f. reform.: Calyx 4—12-merus, imbricatus; corolla 5—6-fida, calyce subduplo longior; staminodia (alternipetala, non semper omnia evoluta) staminaque (epipetala) tot quot lobi corollae; germen 5—10-loculare; stylus corollam superans, post anthesin elongatus; stigma obtusum; semina plus minus navicularia, latere ventrali planiusculo hilum latum apice et basi angustatum sub apice omphalodio instructum exhibente, endopleura a testa denique soluta albumini parcissimo arcte applicita; embryonis radicula infera, cotyledones crassae, oleoso-carnosae, inaequales, minore (saepius) subdorsali. — Arbores antillanae et in terris circa mare caribaeum indigenae; folia ad apices ramorum conferta, saepissime cuneata, pinnatinervia, laxius reticulato-venosa; flores majores, axillares, vel saepius supra cicatrices foliorum delapsorum plus minus dense fasciculati.

Die in die Sectionen *Anculucuma* (*Eulucuma* A. DC.), *Antholucuma* und *Rivicoa* nach deren bisheriger Abgrenzung zu vertheilenden Arten sind, so viel die vorliegenden Angaben beurtheilen lassen, und abgesehen von allzu zweifelhaften Arten, folgende:

Sect. 1 *Anculucuma*: *V. mammosa* (*Achras m.* L. sec. emendat. in Syst. XII et Mant. II, incl. synon. Clus., Raj., Pluk., Sloan., Brown., Jacq.; *Lucuma m.* autor. plur. partim vel tota, cf. supra; *Lucuma Bonplandi* Kunth).

Sect. 2 *Antholucuma*: *V. multiflora* (*Lucuma m.* A. DC.), *Serpentaria* (*Lucuma S.* Kunth), *pauciflora* (*Lucuma p.* A. DC., ? *Achras vitellina* Tussac Fl. d. Ant. IV, p. 55, tab. 19) und *Valenzuelana* (*Lucuma V.* Rich.) aus den Antillen; von den in Mexico, Guiana und Brasilien einheimischen Arten scheinen der Section *Antholucuma* mit ziemlicher Sicherheit zuweisbar die mit dem gleichen Speciesbeinamen bisher unter *Lucuma* in DC. Prodr. VIII und Fl. bras. VII aufgeführten Arten: *Vitellaria littoralis*, *venosa*, *marginata* und *curvifolia*, nur fragweise aber *grandiflora*, *Casaretti* und *sphaerocarpa*; der

Sect. 3 *Rivicoa* erscheinen ebenso mit mehr oder weniger Sicherheit zuweisbar: *V. nervosa*, *Rivicoa*, *paradoxa*, *pulverulenta*, *retusa*, *procera* und *glabrescens*.

Der Rest der einigermassen sicher bekannten Arten von *Lucuma* autor. ist der, welcher bei A. DC. die Section *Guapeba* bildet und unter dem Namen *Pouteria* Aubl. meiner Meinung nach eine besondere Gattung zu bilden hat (s. oben p. 299).

Ein Blick auf die Interpretationsversuche von *Pouteria* Aubl. wird deren Hieherbeziehung rechtfertigen.

Die richtige Auffassung von *Pouteria guianensis* Aubl. Pl. guian. I, 1775, p. 85 & 86, t. 33, welche Swartz in der Flor. Ind. occ., I, 1797, p. 263 mit seiner im Prodr. 1788, p. 32 aufgestellten Gattung *Labatia* in Verbindung bringen zu müssen geglaubt hat — eine Verbindung, welche in DC. Prodr. VIII, 1844, aufrecht erhalten ist, während sie in Martius Nov. Gen. II, 1826, p. 70, in dessen Abhandlung über *Labatia* und *Pouteria* in den Sitzungsber. d. Münchener Akad. I, 1861, p. 571 und in der Flor. bras. VII, 1863, gelöst erscheint — ist bekanntlich dadurch sehr erschwert

gewesen, dass Aublet, ähnlich wie z. B. auch bei *Matayba guianensis,* die Frucht einer anderen Pflanze irrthümlicher Weise in die Beschreibung und Abbildung hereingezogen hat. Den Anstoss zur Klärung dieses Verhältnisses scheint die Pflanze aus der Provinz Rio de Janeiro gegeben zu haben, von der A. DC. unter *Pouteria guianensis*, Prodr. VIII, 1844, p. 164 anführt, dass sie ihm von Martius unter dieser Bezeichnung gesendet worden sei, ihrer dreiklappigen Kapselfrucht halber aber nicht zu den Sapotaceen gehören könne. Es ist das ohne Zweifel dieselbe Pflanze, welche Martius ursprünglich auch im Herb. Monac. als *Pouteria guianensis* bezeichnet, später aber, nachdem ihr von Miquel gelegentlich der Bearbeitung der Sapotaceen für die Flor. bras. (1856) die Bemerkung „Non est Sapotacea" etc. beigefügt worden war, als eine Art der nunmehr mit *Sloanea* vereinigten Gattung *Dasynema* Schott bestimmt hat, und bei welcher ausnahmsweise auch dreiklappige Früchte, wie sie A. DC. erwähnt, neben vierklappigen vorkommen. Ganz richtig hat nun Martius in seiner Abhandlung über *Labatia* und *Pouteria* in den Sitzungsber. d. Münchener Akademie, 1861, unterschieden zwischen Theilen der *Pouteria guianensis* Aubl., welche sich auf *Dasynema*, resp. *Sloanea*, und solchen, welche sich auf eine Sapotacee beziehen lassen; doch ging er in ersterer Hinsicht offenbar zu weit, indem er auch den blühenden Zweig in Aublet's Abbildung mit Ausnahme der einen Blüthe zur Linken auf *Dasynema* bezogen wissen wollte, und das wurde in der Flora bras VII, 1863, p. 77 verbessert, woselbst in der Synonymie von *Lucuma psammophila var. β xestophylla* (aus der Section *Guapeba)* und einer darauf bezüglichen Observ. II *Pouteria guianensis* Aubl. mit alleiniger Ausnahme der zu *Dasynema* zu rechnenden Frucht als zu den Sapotaceen gehörig, und zwar als eine mit der genannten *Lucuma* übereinstimmende und in die Synonymie derselben

einzubeziehende Pflanze bezeichnet wird. Dieser Auffassung von *Pouteria guianensis* Aubl. hat Grisebach im Cat. Pl. Cub., 1866, beigepflichtet und darnach auch die in der Flor. Brit. W. Ind., 1859—64, p. 402 von ihm als *Pouteria guianensis* bezeichnete Pflanze als eine der „*Sloanea guianensis* Aubl." sehr ähnliche Art erkannt (wobei ich es dahin gestellt sein lassen muss, ob Grisebach die *Sloanea guianensis* Benth. in Journ. Linn. Soc. V, 1861, Suppl. p. 69 c. syn. *Ablania guianensis* Aubl. p. 585, t. 234 gemeint habe oder die *Sloanea sinemarensis* Aubl. p. 535, t. 212, von denen übrigens die eine so wenig als die andere an das Habitusbild von *Pouteria guianensis* Aubl. erinnert). Ebenso wird auch in Benth. Hook. Gen. die Frucht von *Pouteria guianensis* Aubl. auf Sloanea, wenn auch mit einem hier wohl zu tilgenden Fragezeichen, bezogen, und bestätiget, dass zu *Sloanea* sicherlich die *Pouteria guianensis* Griseb. Fl. Brit. W. Ind. p. 402 gehöre, „welche der Autor selbst zuerst als *Sloanea Purdiaci* bezeichnet, dann aber — ob jedoch mit Recht? — in der Fl. Brit. W. Ind. p. 99 in der *Sloanea sinemarensis* Aubl. eingeschlossen hat" (nach welcher Bemerkung es schwer verständlich erscheint, wie die p. 99 nach Fruchtexemplaren beschriebene und in der richtigen Gattung untergebrachte Pflanze auf p. 402, und zwar hier ebenfalls nach Fruchtexemplaren, auch als *Pouteria guianensis* von Grisebach bezeichnet werden konnte).

Es mag mir, ehe ich zu dem anderen Theile von Aublet's *Pouteria guianensis* übergehe und die kaum mehr anzuzweifelnde, eben berichtete Deutung der von ihm abgebildeten Frucht verlasse, gestattet sein, hinzuzufügen, dass auch eine in der Sammlung von Hostmann & Kappler aus Surinam unter n. 412 mit der Bezeichnung „Sapotacea ex Miq." edirte Pflanze zu Sloanea gehört, und zwar nach Benth. in Journ. Linn. Soc. l. c. zu *Sloanea parviflora* Planch. ed. Benth., und dass die von A. DC. erwähnte

Pouteria guianensis Mart. aus Rio de Janeiro eine noch nicht beschriebene Art zu sein scheint, welche hiemit als *Sloanea* (*Dasynema*) *pulverulenta* bezeichnet und folgendermassen kurz charakterisirt sein mag:

Sloanea pulverulenta, sp. n.: Folia subopposita, lanceolato-oblonga, brevius longiusve acuminata, acumine obtuso vel acutiusculo, membranaceo-chartacea, subtus in nervis petiolique ramulique pulverulento-puberula nec nisi in axillis nervorum subtus pilosa, breviter petiolata, petiolis 2—10 mm longis; flores —; capsula (3-) 4-valvis, 2 cm longa, processubus setiformibus 3 mm longis rigidis hirsutis obducta. — In sylvis montis Corcovado provinciae Rio de Janeiro legit Martius. — Die Pflanze ist, was ihr Verhalten zu den nächst verwandten, besonders den in Journ. Linn. Soc. V, 1861, Suppl. p. 69, 70 aufgezählten Arten betrifft, durch die steifen Fruchtborsten verschieden von *S. riparia* Planch. ed. Benth. (*Dasynema r.* Gardn.), durch die dünneren und breiteren Blätter von *S. ochrocarpa m.* (*Dasynema o.* Mart.), durch die Art der Behaarung von *S. monosperma* Vell. nach der, wie mir dünkt, richtigen Auffassung von Martius, welcher darin (Sitzungsber. der Münchener Akad. I, 1861, p. 572) *Dasynema hirsutum* Schott und nicht wie Bentham *Dasynema ochrocarpum* Mart. erblickt, von *S. pubescens* m. endlich (d. i. *Dasynema pubescens* Schott, nicht die aus *Dasynema pubescens* Poepp. & Endl. hervorgegangene *S. pubescens* Benth., für welche der Name *S. Egensis* passend erscheinen mag) durch die kurzen Blattstiele, rücksichtlich deren sie mit der vorausgehenden Art vollkommen übereinstimmt. Ob nicht in einzelnen dieser Arten blosse Formen anderer vorliegen, mag dahin gestellt sein.

Was nun den sicher zu den Sapotaceen zu rechnenden Theil von *Pouteria guianensis* Aubl. betrifft, d. h. die unter diesem Namen von Aublet beschriebene und abgebildete Pflanze mit Ausschluss der irrig beigefügten Frucht,

so scheint es mir, dass die Deutung in der Flora bras. dem wirklichen Sachverhalte allerdings sehr nahe komme, demselben aber doch nicht vollkommen entspreche.

An der Zeichnung von Aublet fällt die beträchtlichere, ungefähr 6 mm betragende Länge der Blüthenstiele gegenüber dem kaum 3 mm langen Fruchtstiele von *Lucuma psammophila var. β xestophylla* auf Tafel 37 der Flora bras. in die Augen und lässt es fraglich erscheinen, ob die letztere Art, so sehr sie auch, wie ebendort p. 77 hervorgehoben ist, durch die Länge der Blattstiele von den übrigen Arten der Section *Guapeba* sich unterscheidet und dadurch der *Pouteria guianensis* nahe rückt, schlechthin mit letzterer identificirt werden dürfe, zumal es immer gewagt erscheint, zweifelhafte Pflanzen aus Guiana in solchen aus der Provinz Rio de Janeiro, welcher die *Lucuma psammophila* sammt ihrer Varietät angehört, wieder finden zu wollen.

Zwar wird in der Fl. bras., wodurch das letztere Bedenken abgeschwächt werden könnte, auch eine Pflanze aus der Provinz do Alto Amazonas, von Spix um Tabatinga gesammelt, zu *Lucuma psammophila var. β xestophylla* gerechnet, von deren Frucht und Same schon oben die Rede war (p. 296 und Anmerk. 17); aber es geschieht das namentlich ihres beträchtlich längeren Fruchtstieles halber doch nur mit grossem Bedenken, und ich für meine Person hege keinen Zweifel, dass in dieser Pflanze eine besondere Art zu sehen sei, die ich im Folgenden unter dem Namen *Pouteria amazonica* kurz charakterisiren werde. Auch diese Art übrigens scheint mir, da ihre Blattstiele nicht über 2 cm hinausgehen und das Venennetz ihrer Blätter viel engmaschiger erscheint als es bei Aublet dargestellt ist, trotz der Annäherung in geographischer Hinsicht nicht mit der Aublet'schen Pflanze als identisch betrachtet werden zu können.

Dagegen liegen mir der *Pouteria amazonica* selbst wieder ausserordentlich ähnliche und nur durch diese grosse Aehn-

lichkeit bestimmbar gewordene Fragmente — Blatt und Frucht — einer Pflanze von Sieber, welcher bekanntlich vorzugsweise in Pará gesammelt hat, vor, bei welcher vollständige Uebereinstimmung in der Länge des Blüthen- resp. Fruchtstieles, sowie des Blattstieles mit der Zeichnung von Aublet vorhanden ist, wie nicht minder in der Grösse und Gestalt des Blattes und in der Beschaffenheit des Venennetzes. Diese Fragmente scheinen mir mit aller nur wünschenswerthen Bestimmtheit auf *Pouteria guianensis* Aubl. bezogen werden zu können und vermitteln somit die Deutung dieser als einer Art der bisherigen Section *Guapeba.* Dass diese Fragmente nicht etwa zweierlei Pflanzen angehören, dagegen spricht, dass aus dem Zustande des Blattes deutlich zu ersehen ist, es sei vor dem Trocknen zusammengefaltet und der Frucht enge angepresst in derselben Umhüllung mit dieser versendet worden. Dasselbe ist von den Blättern der *Pouteria amazonica* ausser durch die längeren Blattstiele und das weitmaschigere Venennetz auch noch dadurch verschieden, dass es unterseits längs des Mittelnerven und der Seitennerven mit zweiarmigen braunen Haaren locker besetzt ist, was mit Aublet's Bezeichnung des Blattes als kahl im allgemeinen nicht in Widerspruch steht. Die Frucht, von deren anatomischer Beschaffenheit schon oben die Rede war (p. 279), ist in Grösse und Gestalt sehr ähnlich der von *Lucuma psammophila var. β xestophylla* (Fl. bras. tab. 37). Sie ist gelbbraun von Farbe, an der Basis noch mit einzelnen zweiarmigen Haaren besetzt, auf der einen Seite ziemlich glatt, auf der anderen mit kleinen Querrissen der Oberhaut und unter diesen, wie noch mehr in der Umgebung der einen kurzen Mucro bildenden Griffelbasis, von Korkgewebe bedeckt, welches an der letzteren Stelle schuppig ist, so dass sich darauf vollkommen das anwenden lässt, was Kunth für seine *Lucuma obovata* angibt: „Pericarpium apice annulo squamoso coronatum.“ An ihrer Basis sind die auseinander-

gezerrten Reste von 4 Kelchblättern zu sehen, deren innere in der Mittellinie, deren äussere durchaus mit zweiarmigen Haaren besetzt sind. Das Pericarp ist 1,5—2 mm dick, innen mit 4 ungleich vertheilten erhabenen Linien als Resten der früher vorhanden gewesenen Scheidewände besetzt. Die Scheidewände selbst sind zerstört, theils durch Insectenfrass, theils in Folge früher vorgenommener Durchsägung der Frucht der Quere nach. Die herausgenommenen Samen sind leider verloren gegangen. Trotz all seiner Mangelhaftigkeit ist dieses Material, wie mir scheint, für die Wiedererkennung von *Pouteria* Aublet von grossem Werthe, und wenn irgend eine Art der Section *Guapeba*, zu welcher die fragmentarische Pflanze nach der grossen Annäherung an die nur in der Beschaffenheit des von einem Pilze ganz durchwucherten Pericarpes erheblicher abweichenden Pflanze von Spix unzweifelhaft gehört, so ist es diese Art, welche, soweit die Vergleichung überhaupt möglich, alle nur wünschenswerthe Uebereinstimmung mit der Darstellung von Aublet zeigt.

Unter den der Gattung *Pouteria* nach dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse zuzuweisenden Arten zeichnet sich angeblich die als *Achras Caimito* von Ruiz & Pavon, als *Lucuma Caimito* von Röm. & Sch. (Syst. Veg. IV, 1819, p. 701) aufgeführte Pflanze mit essbarer Frucht, um deren willen sie auch in Brasilien unter dem Namen *Abiu* (nach Martius) cultivirt wird, vor allen anderen Arten und überhaupt vor allen Sapotaceen mit lang gestrecktem Nabel, so viele deren bis jetzt bekannt geworden sind, dadurch aus, dass die Nabelgrube — die Eintrittsstelle der Gefässe in den Samen — an der Basis des Nabels gelegen sein soll, ähnlich also wie bei den Sapotaceen mit kurzem Nabel der Nabel selbst. Sollte sich diese Angabe, bezüglich deren ich schon oben (p. 273, Anmerk. 2) einen Zweifel auszusprechen Veranlassung gefunden habe, bestätigen, so würde es wohl angemessen sein, der Pflanze eine besondere

Stellung zuzuweisen und aus ihr eine besondere Section zu bilden.

Die Charakteristik und der Inhalt der Gattung *Pouteria* mag kurz dargelegt sein, wie folgt:

Pouteria Aubl. emend. (fruct. excl.): Calyx 4-merus, biseriatim imbricatus; corolla 4-loba; staminodia (alternipetala) 4; stamina (epipetala) 4; germen (plerumque) 4-loculare; stylus corolla denique longior; stigma obtusum vel sublobatum; semina oblonga, saepius compressiuscula, hilo plerumque angustiore elongato, apice vel (in 1 specie) basi omphalodio instructo, exalbuminosa; embryonis radicula infera, cotyledones crassae, (siccae) subcorneae, amylo (nec non tannino laticeque) foetae. — Arbores vel frutices Americae meridionalis; folia varia; flores minores, fasciculati, saepius breviter pedicellati.

P. guianensis Aubl. (fruct. excl.), *amazonica*, *crassifolia*, *ochrosperma*, *rigida*, *torta*, *ramiflora*, *chrysophylloides*, *Gardneriana*, *psammophila*, *nitida*, *lucens*, *gomphiaefolia*, *Caimito*, *laurifolia*, *lasiocarpa*, *glomerata*, *parviflora*, *lactescens* (*Pometia l.* Vell., *Lucuma glycyphloea* Mart. & Eichl.), *lateriflora*, *salicifolia* (*Roussea s.* Spreng., *Lucuma Sellowii* A. DC.), *neriifolia*.

Die aufgezählten Arten sind, wo nicht durch Beisetzung des Autors oder betreffender Synonyme anderes angedeutet ist, unter den gleichen Speciesbeinamen der Gattung *Lucuma* aut. eingereiht gewesen (s. DC. Prodr. VIII, Fl. bras. VII) mit Ausnahme der zweiten, dritten und vierten Art, welche im Folgenden nach dem vorliegenden fragmentarischen Materiale kurz zu charakterisiren sind:

Pouteria amazonica, sp. n.: Rami teretes, glabri, apice pruina obducti, cortice cinereo utriculis laticiferis foeto; folia oblonga, petiolo 2-centimetrali adjecto 16—18 cm longa, 4—4,5 cm lata, breviter acuminata, in petiolum abruptius attenuata, penninervia, nervis lateralibus nec non

mediano supra planis, subtus prominentibus, tenuius reticulato-venosa, glabra, coriaceo-chartacea, (sicca) atro-fusca; petioli triangulares, supra plani, glabri; flores —; fructus baccaceus, stipiti 12-millimetrali insidens, breviter ellipsoideus, (siccus) 3,5 cm longus, 2,5 cm latus, styli basi breviter apiculatus, pericarpio fusco, subglabro, 2—3 mm crasso, utriculis laticiferis numerosis, concretionibus sclerenchymaticis vero nullis foeto, endocarpio semini unico arcte adhaerente; semen ellipsoideum, a lateribus compressiusculum, spadiceum, nitidum, hilo sat lato apice omphalodio instructo; embryonis radicula brevissima, infera, cotyledones laterales, magnae, crassae, atro-fuscae, subcorneae, amyligerae nec non tannino laticeque foetae. — In Brasiliae provincia do Alto Amazonas prope Tabatinga legit Spix. — *Lucumae psammophilae var. β. xestophyllae* addicta fuit in Flor. bras. VII, p. 77, obs. I. Cf. supra p. 296 et 330.

Pouteria crassifolia, sp. n.: Rami teretes, glabri nec nisi in gemma terminali pilis bibrachiatis obsiti, cortice flavido-cinerascente utriculis laticiferis foeto; folia lanceolato-oblonga petiolo 12—15 millimetrali adjecto 12—15 cm longa, 3—5 cm lata, breviter acuminata vel obtusa retusaque, basi acuta in petiolum abrupte contracta, margine revoluta et subundulata, nervo mediano valido supra sulcato-impresso, subtus carinato-prominente nervisque lateralibus numerosis oblique patulis subtilibus supra vix visibilibus subtus perpaulum prominulis nec non reti venarum subtilissimo instructa, rigide coriacea, supra glaberrima, nitida, subtus opaca pilisque adpressis bibrachiatis denique deciduis adspersa, (sicca) badia; flores —; fructus (cujus fragmenta tantum suppetebant) sufferugineus, glabratus, opacus, pericarpio tenui, utriculis laticiferis nec non concretionibus sclerenchymaticis foeto; semen pallide subfuscum, nitidum, hilo angustiore, testa tenui fragili; embryonis radicula brevissima, cotyledones 13 mm longae, 9 mm latae, crassae,

atro-fuscae, subcorneae, amyligerae nec non tannino laticeque foetae. — In terra amazonica Brasiliae legit Martius. — Cf. supra p. 297.

Pouteria ochrosperma, sp. n.: — — Fructus globosus, diametro 1 ½ — 2 pollicaris, flavus, vertice rugosus, lactescens, monospermus (Mart. in scheda); semen (quod solum suppetebat) ovoideo-ellipsoideum, 32 mm longum, 22 mm a ventre ad dorsum, 20 mm ab uno latere ad alterum latum, ventre planiusculum, dorso quodammodo compressiusculum, pallide subfuscum, fere ochraceum, opacum, hilo ad medium 12 mm lato apice et basi angustato pallidiore a summo apice omphalodio instructo usque ad imam basin in latere ventrali obductum, circa hilum linea elevata undulata nitida fusca circumscriptum, testa lignoso-crustacea, fere 1 mm crassa, intus fasciculis vasorum notata nec non endopleura tenui adnata obducta; embryonis radicula brevissima, cotyledones laterales, magnae, crassae, extus atro-fuscae, intus pallidae, subcorneae, amyligerae nec non tannino laticeque foetae. — In terra amazonica Brasiliae legit Martius; Incolis *Abiu-rana*, i. e. *Caimito* spuria (Mart. in Sitzungsber. Münch. Acad. I, 1861, p. 577, adnot.). — Cf. supra p. 297. — Die Wiedererkennung dieser Art dürfte durch die schon Martius aufgefallene, matte, nicht wie sonst glänzende Oberfläche der Samen wesentlich erleichtert sein. Der Mangel des Glanzes ist dadurch bedingt, dass die Oberflächenzellen der Samen von ungleicher Beschaffenheit, zum Theile sehr dünnwandig, und nicht in einer Ebene gelegen sind. Viele derselben enthalten je ein den grössten Theil ihres Innenraumes ausfüllendes kugeliges Amylumkorn.

Zusatz 4. Ueber *Bumelia* Sw. sei Folgendes bemerkt.

Swartz hat bei Aufstellung der Gattung *Bumelia*, der er 8 Arten zuwies, weder auf die spärliche Entwicklung des Eiweisses, dessen er überhaupt keine Erwähnung macht,

noch, obgleich es nach dem von ihm in Schreber Gen. Plant. II, 1791, p. 795, n. 1736 gegebenen Gattungscharakter so scheinen könnte, auf die dreitheiligen Kronenlappen — also auf keines der heut zu Tage als wesentlich für die Gattung geltenden Momente — ein besonderes Gewicht gelegt, sondern auf die Beschaffenheit der von ihm als „Drupa monosperma" (nur bei *B. montana* als „saepe disperma") bezeichneten Frucht. Es erhellt das einerseits aus einer Bemerkung über seine *B. pallida* (in Adnot. bot., ed. Wickström, 1829, p. 22), für welche er das Fehlen seitlicher Kronenlappensegmente als kein Hinderniss gegen ihre Einreihung bei *Bumelia* erklärt; andererseits aus dem Character essentialis in den Observ. bot., 1791, und aus der Bemerkung zu seiner *B. rotundifolia* (für welche er dreitheilige Kronenlappen beschreibt), dass er bei dem Fehlen der Frucht aus dem „Habitus etc." urtheile, die Pflanze gehöre zu *Bumelia*; eine ähnliche Bemerkung fügt er seiner *B. cuneata* bei (Flor. Ind. occ. I, 1897, p. 495, 496). Es braucht deshalb nicht Wunder zu nehmen, wenn Swartz Unzusammengehöriges unter *Bumelia* vereiniget hat, so dass seine Arten eine Vertheilung in 3 Gattungen: *Bumelia*, *Dipholis* und *Sideroxylon* später erfahren haben.

Nur für die Interpretation von 3 seiner Arten scheinen übrigens nach den betreffenden Angaben in der Literatur (s. A. De Cand. l. c. unter *Dipholis* und unter *Bumelia montana*, ferner Grisebach Flor. Brit. W. Ind. Isl. unter *Sideroxylon mastichodendron*) den späteren Autoren Originalexemplare von Swartz vorgelegen zu haben. Da das Münchener Herbar diese und einige weitere Originalien von Swartz, seiner Zeit an Schreber mitgetheilt, besitzt, so mag es angemessen sein, hier über die Anschauungen zu berichten, welche aus der Vergleichung derselben mit den Angaben von Swartz über den von diesem der Gattung *Bumelia* gegebenen Inhalt sich gewinnen liessen.

Die 8 von Swartz in der Flora Ind. occ. aufgeführten Arten sind (in etwas veränderter Reihenfolge aufgezählt) folgende: *Bumelia nigra, montana, salicifolia, retusa, rotundifolia, pallida, pentagona, cuneata.*

Getheilte Blumenkronenlappen beschreibt Swartz für die ersten 5 dieser Arten, welche mir, mit Ausnahme von *B. rotundifolia*, in Originalien vorliegen.

Die ersten 3 sind theils von A. De Candolle (l. c.) theils von Grisebach (l. c.), da sie reichliches Eiweiss wie die Arten von *Sideroxylon* besitzen, in eine besondere Gattung *Dipholis* übertragen worden, und das erscheint in der That gerechtfertiget.

Zu *Dipholis salicifolia* A. DC. mit dem Synonyme *Sideroxylon salicifolium* Gärtner fil. t. 202 gehört, wie schon A. DC. (unter *B. nigra*) vermuthungsweise und mit grösserer Bestimmtheit Grisebach (l. c.) aussprach, den mir vorliegenden Originalien gemäss sicher auch *Bumelia nigra* Bertero Herb. Die Pflanze wird von Asa Gray (Fl. North-America, II, 1878, p. 67) auch für Florida angeführt und liegt mir auch aus diesem Gebiete in einem richtig bestimmten Exemplare von Curtiss, n. 1760, vor.

Dipholis montana Griseb., welche der Blattgestalt nach sich zwischen *D salicifolia* und *nigra* einschiebt, liegt mir ausser von Swartz auch in Blüthen- und Fruchtexemplaren von Wullschlaegel n. 913 (Fairfield, Jamaica; arbor mediocris) vor, an denen die Beschaffenheit des Eiweisses und Embryo (wie oben berichtet) sich sehr nahe mit der von *Sideroxylon mastichodendron* übereinstimmend erwies.

Dipholis nigra Griseb. nähert sich in der Blattgestalt, wie schon Grisebach richtig hervorhob, sehr dem eben genannten *Sideroxylon mastichodendron*, so dass die Gattung *Dipholis* nach dem Habitus und der Eiweissbeschaffenheit ebensosehr an *Sideroxylon* herangerückt erscheint, wie durch die Beschaffenheit der Krone und den schmächtigeren Griffel

an *Bumelia*. Den Blättern fehlt übrigens stets die eigenthümliche, oft 4—5 mm tiefe, röhrenförmige Tasche. welche bei *Sideroxylon mastichodendron* fast an jedem Blatte durch Näherung und bald mehr bald minder vollständige Verwachsung der in den Blattstiel sich herabziehenden Ränder der Blattspreite an der Vorderseite des oberen Blattstielendes auftritt. Die Rinde der trockenen Zweige ist faltiger, die Abgrenzung des letzten, beblätterten Triebes gegen den vorausgehenden Theil der Zweige eine minder scharfe als bei *Sideroxylon mastichodendron*. Zu *Dipholis nigra* kann ohne Anstand die ohne Bezugnahme auf Swartz nach Materialien von Poiteau aus S. Domingo gegebene Abbildung der Frucht von *Sideroxylon nigrum* Gärtn. f. t. 202 gerechnet werden, wie das bei Grisebach mit Bestimmtheit, bei DC. (l. c. p. 186 und 193) fragweise bereits geschehen ist. Aus der Sammlung von Wullschlaegel gehört hieher n. 912 (Fairfield, Jamaica; arbor excelsa), an welcher Pflanze übrigens durch spitzer Werden des Blattgrundes schon eine Annäherung an *Dipholis montana* zu bemerken ist.

Was *Bumelia retusa* und *rotundifolia* betrifft, von welchen mir die letztere gar nicht, die erstere lediglich in einem Originale von Swartz vorliegt, so kann hier die Bemerkung genügen, dass diese beiden Arten allein aus der Zahl der von Swartz seiner Gattung *Bumelia* zugewiesenen ihr zu verbleiben scheinen, wie aus dem Folgenden des weiteren sich ergeben wird. Die Blätter der *B. retusa* werden von Swartz als „subtus . . . ferrugineo-punctata" bezeichnet. Das kann, nach der mir vorliegenden Pflanze, höchstens auf ein ungleichmässiges Abfallen des die jüngeren Blätter unterseits bedeckenden rostbraunen Haarüberzuges bezogen werden.

Bumelia pallida, die letzte der in Swartz'schen Originalien mir vorliegenden Pflanzen, für welche Swartz das Fehlen seitlicher Kronenlappensegmente direct hervor-

gehoben hat, ist schon längst und mit vollem Rechte zu *Sideroxylon* übertragen worden, als *S. pallidum* Spreng., welches in neuerer Zeit selbst wieder, wie es scheint mit Recht, zu *Sideroxylon mastichodendron* Jacq. gezogen worden ist (Griseb. l. c., Gray l. c.).

Für die noch übrigen beiden Arten, *Bumelia pentagona* und *B. cuneata*, hat Swartz eine Theilung der Kronenlappen weder angegeben noch direct negirt, und so kommt es, dass die einen Autoren sie als vorhanden, die anderen als fehlend sich denken und demgemäss diesen Arten eine Stellung bald in dieser, bald in jener Gattung anweisen. Beide Arten finden sich bei A. De Candolle in der Gattung *Sideroxylon* aufgeführt, die eine als *S. cuneatum* unmittelbar hinter *S. mastichodendron*, die andere als *S. pentagonum* unter den „Species minus notae." Grisebach (l. c.) dagegen zieht *B. pentagona* als Synonym zu *Dipholis salicifolia* („a form with few-flowered fascicles"), während er die andere Art als *Bumelia cuneata* aufrecht erhält und dahin, unter Hinzuziehung von *Bumelia myrsinifolia* A. DC., besonders eine Pflanze von Wullschlaegel aus Antigua rechnet, welche einem mir vorliegenden Exemplare gemäss Wullschlaegel selbst mit der Bestimmung *Bumelia cuneata* Sw. versehen und unter n. 326 edirt hat. A. Gray (Flor. North-America, II, 1878, p 68) bringt weiter hieher noch eine Pflanze aus Florida, *Bumelia angustifolia* Nuttall, für welche er eine Verschiedenheit in der Gestalt der Früchte (fruit oblong-oval) gegenüber der von Grisebach gemeinten Pflanze („berry obovoid-globose") hervorhebt, und zieht fragweise auch *Bumelia parvifolia* A. DC. hieher.

Ich kann über die beiden Pflanzen von Swartz selbst etwas Positives leider nicht beibringen und muss mich darauf beschränken, hervorzuheben, dass nach den betreffenden Angaben von Swartz über die Beschaffenheit des Griffels

B. pentagona, für welche Swartz in seinem Prodromus (1788, p. 50) die Insel S. Vincent, in der Flor. Ind. occ. I (1797, p. 494) aber Dominica als Vaterland und Du Ponthieu als Sammler bezeichnet, kaum als eine Art von *Sideroxylon*, *B. cuneata* aber, welche im Prodromus gar nicht, in der Flor. Ind. occ. als Bewohnerin Jamaica's und anderer Theile Westindiens aufgeführt wird, kaum als eine Art von *Bumelia* angesehen werden kann. Den Griffel von *B. pentagona* bezeichnet Swartz, wie bei *B. retusa* und *rotundifolia* als die Krone überragend, den von *B. cuneata* (was theilweise auch in seine Umschreibung der Gattung Eingang gefunden hat) als kurz und dick. So kann man nun gerade den Griffel von *Sideroxylon*, d. h. der hier in Vergleich kommenden westindischen Arten nennen (wie Swartz selbst auch für sein hieher gehöriges, in einem Originale mir vorliegendes *Chrysophyllum rugosum*, d. i. *Sideroxylon rugosum* Röm. & Sch., den Griffel als stylus brevis bezeichnet hat), nicht aber den schon ursprünglich schlanken, nach der Befruchtung sich noch verlängernden und dann geradezu fadenförmig erscheinenden Griffel von *Bumelia*.

Mit einem solchen fadenförmigen Griffel, welcher der noch unreifen, obovaten, 5 mm langen Frucht an Länge fast gleichkommt, ist die oben erwähnte Pflanze von Wullschlaegel aus Antigua n. 326 ausgestattet, welche Grisebach richtig mit *Bumelia myrsinifolia* A. DC. in Verbindung gebracht haben mag, in welcher aber die Swartz'sche *Bumelia cuneata* („stylo brevi crasso") wohl nicht zu erblicken ist.

Sicher verschieden ferner ist wieder von dieser *Bumelia myrsinifolia*, d. h. von Wullschlaegel n. 326, die damit, wie eben vorhin erwähnt, unter dem Namen *Bumelia cuneata* von A. Gray in Verbindung gebrachte Pflanze aus Florida, soweit ich aus mir vorliegenden Exemplaren (des Berliner

Herbares) von Cabanis aus Key West, welche ganz und gar mit der Beschreibung von A. Gray übereinstimmen, ersehen kann. Sie sind nicht bloss durch die oblonge (gleichfalls mit langem, fadenförmigem Griffel versehene) Frucht, sondern auch durch die gestrecktere Gestalt der Blätter und deren gröberes, weitmaschiges Venennetz etc. deutlich davon unterschieden und wohl unter dem Namen von Nuttall, *Bumelia angustifolia*, deren Abbildung mir aber zu vergleichen leider versagt ist, als besondere Art zu betrachten. Etwas von all diesen Pflanzen wohl Verschiedenes und vollständig eigenartig ist endlich die von A. Gray fragweise noch angezogene *Bumelia parvifolia* A. DC., welche mir in einem mit De Candolle's Angaben nach Beschaffenheit und Herkunft vollständig übereinstimmenden Exemplare (von Bertero) vorliegt.

Zusatz 5. Was die Arten von *Mimusops* betrifft, welchen die nach der obigen Mittheilung (p. 303) untersuchten zweierlei Samen angehören dürften, so mag hier Folgendes bemerkt sein.

Die einen dieser Samen, von Schleiden unter dem Namen *Mimusops Balata* mitgetheilt und meines Wissens von Crüger aus Trinidad übersendet, stimmen vollständig mit der Abbildung der Samen von *Mimusops globosa* Gärtn. f. tab. 205 überein, zu welcher auch bei Grisebach (Fl. Brit. W. Ind. Isl. p. 400) eine *Mimusops Balata* Crüger als Synonym citirt wird.

Die anderen entsprechen ihrer Form nach eben so vollständig der Abbildung von *Mimusops Balata* Gärtn. f. t. 205 (mit dem fragweise beigefügten Synonyme *Achras Balata* Aubl.), welche Grisebach mit *Mimusops Kauki* L. unter Hinzuziehung von *Mimusops dissecta* Hook. Bot. Mag. t. 3157 identificirt. Ob das richtig sei, mag dahin gestellt sein, zumal Grisebach 6-gliedrige Blüthen be-

schreibt, ***Mimusops Kauki*** aber von De Candolle in die Section *Quaternaria* mit 4-, resp. 8-gliedrigen Blüthen gerechnet wird, wobei allerdings nicht zu übersehen, dass 6- und 8-gliedrige Blüthen zuweilen an derselben Pflanze vorkommen, wie Wight (Ic. Plant. tab. 1587 und Illustr. II, p. 144) für *Mimusops indica* und andere Arten anführt und zeichnet.

Hinzufügen will ich, dass ich ganz eben solche Samen, wie die letzt erwähnten, in einer Frucht aus der Sammlung Sieber's fand, welche von einer um Rio de Janeiro cultivirten Pflanze stammt, dort *Abricot* genannt wird und die Gestalt einer kleinen sogenannten Mandarinen-Orange besitzt, mit Resten eines 8-gliedrigen Kelches an ihrer Basis. Sie ist von Martius eigenhändig als *Mimusops dissecta* Spreng. (*Achras d.* Forster) bezeichnet und liegt wohl dessen (die eben berichteten Sieber'schen Angaben wiederholenden) Bemerkung über die Frucht von *M. dissecta* in Hb. Flor. bras. p. 180 zu Grunde („calycibus suboctofidis" etc.). Da aber *Mimusops dissecta* nach einem Forster'schen Originale aus Tongatabu in die Section *Ternaria* (mit 6-gliedrigem Kelche) gehört, so ist die in Rede stehende Frucht nebst den eben erwähnten Bemerkungen wohl kaum auf *M. dissecta* Spreng. zu beziehen (von der auch in der Flora bras. VII keinerlei Erwähnung mehr geschieht, weder bei der Aufzählung der Arten, noch in dem von Martius selbst noch mitunterzeichneten Abschnitte über den Nutzen der Sapotaceen). Fraglich aber bleibt es vor der Hand, welcher Art sie angehöre. Ich finde ähnliche, niedergedrückt kugelige, resp. kuchenförmige Früchte (ausser für *Imbricaria*, deren Samen aber von anderer Gestalt sind) nur für *M. Roxburghiana* Wight (s. Wight Ic. t. 1588, Wight Illustr. II. tab. 148, b und Brandis Forest Flora, 1874, p. 293) und auch in der Grösse sich nähernde für *M. littoralis* Kurz (s. Kurz Forest. Fl. Brit. Burma II, 1877, p. 123),

welche derselbe früher für *M. indica* angesehen hatte, angeführt. Ob etwa auch die Früchte sonst einsamiger Arten (und selbst der anscheinend nur der Section *Ternaria* angehörenden americanischen Arten) durch Cultur ähnliche Beschaffenheit gewinnen können, ist nicht bekannt.

Zu *Mimusops dissecta* Spreng. (Syst. Veg. II, 1825, oder wie A. DC. und Griseb. schreiben *M. d.* R. Br., da schon Rob. Brown im Prodr. Nov. Holl., 1810, p. 536 die Zugehörigkeit von *Achras dissecta* Forst. zu *Mimusops* erkannt hat, ohne aber den Namen der Species direct festzustellen) wird von Grisebach *Mimusops Sieberi* A. DC. (*Achras mammosa* — non Linn. — Sieb. Fl. Martinic. n. 33) übertragen. Es erscheint mir das nach den mir vorliegenden Originalien, von denen das Sieber'sche durch einen harzigen, stellenweise in Schülferchen sich ablösenden Ueberzug auf der Unterseite der jüngeren Blätter und der Aussenseite der äusseren Kelchblätter, sowie durch eine mehr längsfaltige Rinde ausgezeichnet ist, kaum gerechtfertiget; jedenfalls aber eher das, als die Beziehung der Sieber'schen Pflanze auf *Mimusops hexandra* Roxb. bei Martius in Hb. Fl. bras. p. 180. *M. dissecta* Spr. und *M. Sieberi* A. DC. haben die nach unten scharf keilförmig verschmälerten Blätter mit länglichen Maschen ihres Venennetzes gemein. *M. hexandra* weicht nach beiden Beziehungen ab.

Ihrerseits wieder unzweifelhaft von der Sieber'schen Pflanze verschieden ist ferner die von A. Gray (Fl. North-America, II, 1878, p. 69) unter dem Namen *M. Sieberi* beschriebene Pflanze aus Florida, welche mir in einem von Curtiss unter eben dieser Bezeichnung und n. 1766 edirten Exemplare vorliegt, welches (abgesehen von dem Fehlen „vierzölliger“ Blätter) sehr gut zu Gray's Beschreibung passt. Dasselbe ist deutlich durch die nach unten fast gar nicht verjüngten und an beiden Enden abge-

rundeten, ovalen Blätter, sowie durch das Fehlen jeder Harzabscheidung auf dem Blatte und dem aussen dicht rostbraun filzigen Kelche von der Sieber'schen Pflanze mit obovat-cuneaten Blättern verschieden und mag als selbständige Art unter Rücksichtnahme auf das von A. Gray beigesetzte Synonym *Achras Zapotilla var. parviflora* Nuttall als *Mimusops parviflora* hier bezeichnet sein.

Sitzung vom 6. Mai 1882.

Herr Vogel trägt vor:

„Ueber Ameisensäure."

Es kann als entschieden betrachtet werden, dass die in den Giftorganen der Brennstacheln niederer Thiere nachgewiesene Ameisensäure darin als freie Säure auftritt; dagegen ist es wahrscheinlich, dass die in den Geweben, im Pancreas, der Thymusdrüse, in den Muskeln, im Gehirn gefundene Ameisensäure an Salzbasen gebunden ist. In den Haaren vieler Raupen, besonders aus der Familie der Pelzspinner, wie die Prozessionsraupe, grosse Schwammraupe u. a. ist von Will concentrirte Ameisensäure auf das Bestimmteste nachgewiesen worden, von welcher die Reizung auf die Epidermis herrührt.

Nach Leunis [1]) dringen diese Raupenhaare, welche wahrscheinlich nach Willkür abgeschüttelt werden können, leicht in die Haut ein, besonders an feuchten Stellen derselben und verursachen brennendes Jucken und heftige Entzündung. Nach vorliegenden Beobachtungen erhält sich die reizende Eigenschaft der Haare, welche Ameisensäure eingeschlossen enthalten, sogar nach dem Absterben der Raupe. Hiefür

1) Synopsis der Naturgeschichte des Thierreichs. 1860.

würde auch die Mittheilung sprechen,[1]) dass Besucher der Raupensammlung des Naturforschers Reaumür von einem Exantheme am Halse befallen worden. „Manche haarige Raupen machen Jucken und Brennen auf der Haut, wenn man sie berührt und oft selbst Röthe und Geschwulst. Es rührt diess von feinen Härchen her, die auch, wenn sie in der Luft herumschweben, ähnliche Zufälle erregen. Mehrere Frauen, welche das Raupenmagazin des Naturforschers Reaumür besuchten, erhielten einen Ausschlag am Halse.“ Nicht minder stimmt hiemit meine Beobachtung überein, dass die Haare durch Kälte getödteter Raupen die Eigenschaft der Reizung noch bewahrt hatten. Es waren zu dem Ende Fichtenraupen in eine Glasröhre gebracht und dieselbe durch Einstellen in eine Kältemischung auf 20° C. abgekühlt worden.

Nach Oken [2]) besitzt die gesellige Fichtenraupe in besonders hohem Grade die Eigenschaft, auf der Epidermis Reizzustände hervorzubringen. „Man bekömmt Jucken im Gesicht, wenn man sie nur eine Zeitlang in der Nähe ansieht.“ Diess hängt wohl damit zusammen, dass die kleinen wahrscheinlich abgebrochenen Haare in der Atmosphäre wolkenähnlich herumschweben, in die Haut dringen, sobald sie darauffallen und dadurch ein Brennen wie Nesseln veranlassen. Hierher gehört auch die Warnung zur Vorsicht bei Untersuchung der Raupennester (a. a. O.). „Zerrt und reibt man viel daran, so spürt man bald zwischen den Fingern und oft an den Augen ein heftiges Jucken, worauf eine Entzündung erfolgt und ein Triefen der Augen. Die Haare, welche in dem Gespinnste der Raupen stecken, sind so fein, dass sie herumfliegen, wenn man die Nester mit einem Stocke zerreisst und Ausschläge auf der Haut verur-

---

1) J. C. Leuchs: Haus- und Fabrikschatz. Nürnberg 1862. S. 568.

2) Allgemeine Naturgeschichte. B. V. S. 1160.

sachen." Ehe sich aber die Raupen eingesponnen ist nach Oken nichts von der Behandlung der Nester zu fürchten.

Meines Wissens war Cadet der Erste, welcher zur Untersuchung der abgelegten Häute einiger Raupen und Larven, mehrerer Lepidoteren u. a. aufgefordert hat,[1]) indem er bereits ohne wohl von der Ameisensäure Kenntniss gehabt zu haben die hiedurch hervorgebrachte Reizung der Epidermis zum ersten Male nicht ausschliesslich mechanischem Einflusse, sondern der Wirkung eines in den Haaren enthaltenen „reizenden Prinzipes" in richtiger Annahme zuschreiben zu dürfen glaubte. „Die chemische Analyse dieser Raupen ist sehr zu wünschen, um das scharfe und reizende Prinzip, welches diesen Thieren gemeinschaftlich sein könnte, untersuchen zu können und um sie nach ihren mehr oder weniger ausgezeichneten Wirkungen auf das Hautorgan zu ordnen."

Aber nicht nur im Thierreiche, auch im vegetabilen Reiche kömmt, wie man weiss, Ameisensäure vor und hier wahrscheinlich im freien Zustande, da man sie aus den Brennnesseln und aus den Fichtennadeln durch Destillation mit Wasser darstellen kann. Vor einiger Zeit habe ich auf ein gegenwärtig im Handel vorkommendes Präparat, von Negretia pruriens herrührend, aufmerksam gemacht.[2]) Dasselbe besteht aus einem Pulver, dem Ansehen nach braune Haare, welches in die Haut eingerieben, heftiges Brennen und Jucken veranlasst. Gleichzeitig entsteht ein pustelartiger Hautausschlag, der indess bald wieder von selbst oder durch Behandeln mit Glycerinsalbe verschwindet. Die Pflanzengattung, von welcher dieses Pulver abstammt, wird in den meisten Pflanzencatalogen als Topf- und Warmhauspflanze aufgeführt unter verschiedenen Bezeichnungen: Ne-

---

1) Trommsdorf's Journal. B. XXII S. 147.

2) Oesterr. landw. Wochenblatt 1881. Nr. 11.

gretia seu Dolichos pruriens, dann unter den Namen: Mucuna pruriens, auch Stizolobium pruriens (englisch Common Cow-itch, Stinging Cowitch, französisch Le mucuna irritant, le pois à gratter, deutsch Juckbohne, juckende Fasel, stechende Fasel, Kratzbohne, Kuhkratze). Oken beschreibt die Juckbohne als weitlaufendes Kraut oder Strauch; sie kennzeichnet sich durch sehr stechende Borsten an den Hülsen. Er unterscheidet drei Arten, die amerikanische, Negretia urens, deren Hülsen spannenlang, voll brauner Borsten sind, welche bei Berührung leicht abbrechen und heftiges Brennen nebst Blasenziehen hervorbringen. Die Hülsen enthalten drei Bohnen. Früher wurden die Borstenhaare in Amerika mit Melasse als mechanisch wirkendes Wurmmittel angewendet. Die indische Negretia pruriens in Ost- und Westindien; ihre Hülsen sind fingerlang und fingerdick, voll gelber äusserst brennender Haare. Die Hülse enthält sechs bittere schwarze Bohnen mit gelben Strichen oder Flecken. „Man braucht sie zu nichts, als zu dummen Spässen, indem man die feinen Haare von den Hülsen schabt, in Büchsen, Bambus oder Papierdüten aufbewahrt, um sie gelegentlich Jemanden in die Kleider zu blasen oder in das Bett zu streuen, wo sie dann unerträgliches Jucken, Verdruss, oft Streit und Schlägereien verursachen." Endlich die ostindische Negretia gigantea. Die drei bis fünf Bohnen sind fast scheibenförmig und sollen äusserst giftig sein. Die rothgelben Haare der Hülse bewirken heftiges Brennen. Kein Brasilianer badet in einem See, in welchem er die Hülsen solcher Pflanzen bemerkt. Nach diesen Angaben scheint die Kenntniss der Juckbohne in Europa ziemlich neu zu sein. Es ist mir auffallend, dass sanitätspolizeiliche Behörden es noch nicht in Erwägung gezogen haben, „ob diese Brennhaare durch den Handel allgemein zu verbreiten gestattet sein dürfe."

Auf Platinblech erhitzt verbrennen diese Haare unter

Zurücklassung einer weissen Asche ohne den charakteristischen Geruch nach animalischer Substanz zu entwickeln. In einem Proberohr verkohlt zeigen die Destillationsprodukte schwach ammoniakalische Reaktion. Die mikroskopische Untersuchung hat das Pulver speciell als Brennhaare der in Brasilien wachsenden Bohne ergeben, deren Hülse aussen mit zahlreichen Haaren oder Borsten bedeckt ist. Diese Bohnen gehören zur natürlichen Pflanzenordnung der Papilionaceen und zur Gruppe der Phaseolen.

Die ausserordentlichen Reizeffekte, welche diese vegetabilen Haare auf die Epidermis auszuüben im Stande sind, veranlassten mich, dieselben auf einen Gehalt an Ameisensäure zu prüfen. Die Haare auf feuchtem Lakmuspapier zerrieben zeigen nur schwach saure Reaktion, ebenso zeigt verdünnte Lakmustinktur mit den zerkleinerten Haaren behandelt nur schwache Röthung; in etwas grösserer Menge mit Wasser destillirt ergab das Destillat allerdings Spuren von Ameisensäure, aber immerhin nur Spuren. Wenn nun auch diese äusserst geringe Menge Ameisensäure mit zur Reizung der Epidermis beiträgt, so scheint mir in diesem Falle die ungewöhnlich energische Wirkung mehr mechanischer Natur zu sein, da ja auch gesponnenes Glas in gewisser Vertheilung ähnlich wirkt. Die ganz weisse Asche der Brennhaare ist reich an Kieselsäure, und diesem Gehalte hat man schon wiederholt Veranlassung genommen, die Wirkung der Brennnesseln auf die Epidermis in vorwaltendem Grade zuzuschreiben. Die Spitze der Brennnesselbrennhaare ist wegen ihres grossen Kieselsäuregehaltes glasartig spröde; sie dringt daher schon bei leichter Berührung in die Haut ein, bricht ab, die Ameisensäure ergiesst sich in die Wunde und bewirkt das bekannte brennende Gefühl. Aeschert man die Brennhaare ein, zieht aus der Asche durch verdünnte Salzsäure die löslichen Mineralbestandtheile

aus, so bleibt ein Kieselskelett übrig.[1]) Eine ähnliche combinirte Wirkung von Kieselsäure und Ameisensäure dürfte auch hier der Fall sein. Ueber die Quantität der in den Brennnesseln nachgewiesenen Ameisensäure sind mir keine speciellen Angaben bekannt, es ist daher wohl möglich, dass sehr geringe Mengen Ameisensäure schon im Stande sind, heftiges Brennen auf der Haut zu erzeugen, namentlich dann wenn dieselbe durch das Eindringen spröder glasartiger Spitzen verwundet ist. Die in den von mir untersuchten Haaren der Negretia pruriens vorhandene Ameisensäure ist, wie schon bemerkt, äusserst geringfügig und es muss vorläufig dahingestellt bleiben, in welchem Maasse derselben eine einigermassen ausgiebige Mitwirkung bei dem Reize auf die Epidermis zugeschrieben werden dürfe. Jedenfalls müsste für diese Annahme die Ameisensäure im freien concentrirten Zustande enthalten sein. In diesem Zustande gehört sie bekanntlich zu den ätzendsten Materien. Ein Tropfen auf eine weiche Stelle der Haut gebracht verursacht unerträgliche Schmerzen, die Stelle wird weiss, schwillt zu einer Blase an oder zieht sich zu einen Schorf zusammen, wie wenn die Stelle mit einem glühenden Eisen berührt worden wäre.[2])

Die Bildung der Ameisensäure durch Oxydation der Albuminate und Kohlehydrate, durch Einwirkung der Oxalsäure auf Glycerin — vorläufig ein noch nicht völlig aufgeklärter Vorgang — macht die weite Verbreitung dieser Säure im Thier- und Pflanzenorganismus einleuchtend. Abgesehen von ihrem schon erwähnten Vorkommen in den Brennhaaren einiger Thiere und Pflanzen (Urticeen) und von dem Vorkommen in animalischen Sekreten und parenchymatösen Säften ist sie in Mineralquellen, im sogenannten

---

1) Ebermayer, Chemie der Pflanze 1882. S. 284.
2) Liebig, Handbuch der Chemie. S. 892.

Mineralmoor, im Guano nachgewiesen worden. Im Pflanzenreich ist die Ameisensäure ausser dem schon erwähnten Vorkommen in den Nadeln, in der Rinde, im Holze von Pinus abies (Fam. Abietineae) und in den Urticeen, im Safte von Semper vivum tectorum (Fam. Crassulaceae), von Döbereiner[1]) in den Früchten der Tamarinden und Sapindus Saponaria von Gorup[2]) erkannt worden.

Ich möchte hier noch auf ein wie mir scheint wenig berücksichtigtes Vorkommen der Ameisensäure aufmerksam machen, nämlich auf das Vorkommen der Ameisensäure im Honig. Eine jede Sorte frischen nicht durch Behandeln mit Wasser in der Wärme gereinigten Honigs zeigt saure Reaktion, indem er mit Lakmustinktur vermischt deutlich rothe Färbung ergibt. Die Säure, welche dem Honig die Eigenschaft Lakmus zu röthen ertheilt, mag Ursache sein, dass ein Theil des Honigzuckers in amorphen oder flüssigen Zucker umgewandelt wird. Diese Säure, welche von Trommsdorf als Apfelsäure, von Köhnke als Milchsäure bezeichnet wurde, ist von Martius im Havannahhonig als Ameisensäure erkannt worden.

Nach meinen bisherigen Versuchen ist in jeder nicht gereinigten Honigsorte Ameisensäure vorhanden. Destillirt man Honig mit Wasser, so geht eine saure Flüssigkeit über, welche deutlich salpetersaures Silber reducirt. Indessen ist die saure Reaktion nicht ausschliesslich von der flüchtigen Ameisensäure herrührend. Honig stark erhitzt in einem Proberohre bis zur Bräunung, wobei die Abscheidung der flüchtigen Säure, welches sich durch Rothfärbung eines darüber gehaltenen Lakumspapieres zu erkennen gibt, vor sich geht, reagirt noch deutlich sauer. Hiernach sind also neben der flüchtigen Ameisensäure jedenfalls noch fixe Säuren

1) Schweigger's Journal 63. 368.
2) Repertorium der Pharmacie. 4. 29.

vorhanden. Ausser Milch- und Apfelsäure, welche, wie ich gefunden, in keiner von mir bis jetzt untersuchten Honigsorten gänzlich mangelten, habe ich in manchen Fällen, namentlich in älterem Honig, unzweifelhaft Oxalsäure nachweisen können.

Die Säure-Durchschnittsmenge der in verschiedenen von mir untersuchten Honigsorten beträgt nach meinen vorläufigen Bestimmungen 0,1 Proc. Das Vorkommen der Ameisensäure im Honig ist nach meinem Dafürhalten für die Conservirung desselben nicht ohne Bedeutung. Mit Hefe versetzte Traubenzuckerlösung zeigt bekanntlich keine Gährungserscheinungen, wenn derselben vorher eine Spur Ameisensäure zugesetzt ist, auch in einer Atmosphäre von Ameisensäure treten die Gährungserscheinungen nicht ein. Sogar in einer schon in voller Gährung begriffenen Flüssigkeit hört sofort jede Gährungsbewegung auf durch Zusatz eines Tropfens Ameisensäure.

Auffallend ist ferner die Einwirkung der Ameisensäure auf den Keimprozess. Sie verhindert das Keimen vollständig auch in grosser Verdünnung. In einer Luft, die nur sehr wenig Ameisensäure Dämpfe enthält, keimen Samen nicht, erhalten auch ihre Keimfähigkeit in der Folge nicht wieder, wenn sie längst der Einwirkung der Ameisensäure entzogen. Der nachtheilige Einfluss einer Substanz, die so vielfältig in der Natur vorkömmt, auf die Keimung, ist wie mir scheint eine auffallende Thatsache.

Aus dem Gehalte des Honigs an conservirender Ameisensäure erklärt sich eine ältere Erfahrung, dass gereinigter Honig viel schneller in Gährung übergeht und verdirbt, als roher Honig. Diess rührt ganz entschieden von einem Gehalte des Honigs an Ameisensäure einerseits und einem Mangel an dieser Säure andererseits her, da selbstverständlich durch Reinigen der Honig von Ameisensäure befreit wird. Man kann sich von der gährungswidrigen und conservirenden Wirkung der Ameisensäure im Honig sehr ein-

fach überzeugen, wenn man von einer bestimmten Menge Honigs, z. B. von 1 ℔ Honig $^1/_2$ ℔ einige Zeit kocht, die andere Hälfte aber nicht in dieser Art behandelt. Letztere Hälfte wird Jahre lang sich unverdorben erhalten — ich besitze selbst in einem offenen Gefässe mehrere Jahre hindurch aufbewahrten ganz unveränderten Honig — die gekochte Hälfte dagegen, weil die flüchtige Ameisensäure durch Behandeln in der Siedehitze beseitigt ist, wird bald in Gährung übergehen und verderben.

Die Erfahrung, dass möglichst gut gereinigter Honig, sogenannter Honigsyrup, besonders schnell in Gährung übergeht, gehört wie schon oben bemerkt, einer sehr frühen Zeit an. Bekanntlich bediente man sich während der Zeit der Continentalsperre in Frankreich bei dem übermässig hohen Preise des Colonialzuckers in vielen Haushaltungen des aus dem Honig dargestellten geruch- und farblosen Honigsyrups. Die Vorschrift für die Darstellung des Honigsyrups im Grossen war folgende: Honig 100 ℔, Wasser 20 ℔, Kreide $1^1/_2$ ℔, Thierkohle 5 ℔, Eiweiss von 20 Eiern, welches mit $^1/_3$ seines Volumens Wasser verdünnt wird. Der Honig wird zuerst mit der angegebenen Menge Kreide und Wasser einige Zeit gekocht, alsdann setzt man die thierische Kohle hinzu und zuletzt das verdünnte Eiweiss. Man lässt das Ganze noch einige Minuten aufkochen und giesst es durch einen Spitzbeutel. Der wasserhelle und geruchlose Syrup wurde sodann als Surrogat für den Rohrzucker im Caffee und Thee angewendet.[1]) Ich habe nach dieser Angabe Honigsyrup von vollkommen neutraler Reaktion, wenigstens im frischen Zustande, dargestellt, welcher farb- und geruchlos alle Eigenschaften des Zuckersyrups besitzt, aber den grossen Nachtheil mit sich führt, sehr bald in Gährung überzugehen. Letzteres kann verhindert

1) Vogel's Lehrbuch der Chemie. B. 2. S. 392.

werden, wenn man dem so bereiteten Syrup geringe Mengen Ameisensäure zusetzt.

Es gereichte mir zur Genugthuung, dass die Resultate meiner hier angeführten Versuche von rein praktischer Seite eine erwünschte Bestätigung erfahren haben. In einer höchst interessanten Notiz des Vereinsvorstandes Herm. Holz: Gutartige und bösartige Bienen, Einfluss des Charakters auf den Honig, Bedeutung des Bienengiftes [1]) theilt der Verfasser mit, dass nach seinen langjährigen Wahrnehmungen der Honig, welcher von sogenannten „boshaften Bienenvölkern" herrührt, besondere Eigenschaften zeigt. Derselbe hatte nämlich stets einen herben, kratzenden Geschmack und ebenso war sein Geruch scharf. Wie kann der Charakter des Bienenvolkes einen Einfluss auf Geruch und Geschmack des von ihm gesammelten Honigs ausüben? Der Verfasser ist auf die allein richtige Antwort auf diese Frage gekommen:

„Wir wissen, dass Bienen, welche gestört werden, sogleich ihren Stachel hervorstrecken, an dessen Spitze ein winzig kleines Tröpfchen zum Vorschein kömmt. Diess Tröpfchen ist das sogenannte Bienengift (Ameisensäure). Hört dann die Störung auf, so zieht die Biene zwar den Stachel wieder zurück, das Tröpfchen Flüssigkeit aber geht nicht wieder mit dem Stachel zurück, sondern wird an den Waben abgestreift und theilt sich früher oder später dem Honig mit. So erklärt sich, dass Honig von solch' erregbaren Bienen schärfer schmecken und riechen muss, als von friedfertigen Bienen. Erregbare Bienen werden viel öfter das Ameisensäuretröpfchen abstreifen; vielleicht bildet sich dasselbe bei ihnen auch grösser, als bei weniger nervösen Bienen, und ihr Honig wird daher viel gehaltreicher an Ameisensäure." In keinem ächten Honig fehlt diese Säure, (wie ich oben schon erwähnt habe) aber das vorhandene

1) Landwirthschaftliche Mittheilungen. Nr. 27.

Quantum ist verschieden. Diese Beimengung ist nicht nur nicht schädlich, sondern sehr zuträglich, ja sogar nothwendig. Die Bienen sind von der Natur mit dem Instinkte ausgestattet, diess zu unterscheiden und sie tragen darum dieses Ameisensäuretröpfchen nicht aus der Wohnung, wie sie es so sorgfältig mit ihren Entleerungen thun. Es wäre ganz irrig, etwa anzunehmen, die Ameisensäure habe nur den Zweck, dem Bienenstiche eine erhöhte Wirkung zu verleihen, also nur zur Vertheidigung zu dienen. Dieselbe hat vielmehr den viel wichtigeren Zweck, gährungs- und fäulnisswidrig zu wirken. Die Bienen fügen nach des Verfassers Ansicht sogar dem gesammelten Nektar, welcher ohne jede Ameisensäure ist, solche der Conservirung wegen bei und zwar auch da, wo sie ohne irgend welche Beunruhigung hausen.

Wiederholt ist in landwirthschaftlichen Journalen und öffentlichen Blättern der Bienenstich als Curmethode gegen Rheumatische Affektionen dringend und mit zahlreichen Beispielen des Erfolges belegt empfohlen worden. Wenn hiebei in erster Linie die den Bienenstich notorisch begleitende Ameisensäure als ein Hauptfaktor der Wirkung betrachtet werden darf, so wäre wohl eine Einreibung der betreffenden leidenden Hautstelle mit gepulverten Glasgespinnste und Ameisensäure, oder Einspritzungen mit letzterer des Versuches werth, um die immerhin etwas umständliche Behandlung mit lebenden Bienen zu vermeiden.

Herr von Bischoff theilt mit:

„Weitere Bemerkungen über die Feuerländer."

(Mit 1 lithogr. Abbildung.)

Bekanntlich sind von der hier anwesend gewesenen Gesellschaft der Feuerländer 5 Erwachsene, 3 Frauen und 2 Männer, in Zürich an catarrhalischen entzündlichen Krankheiten gestorben. Ich habe mich bemüht einige Sectionsresultate derselben zu erhalten, und Herr Professor H. v. Meyer in Zürich, welcher die Section von zwei Frauen ausführte, hat die grosse Freundlichkeit gehabt, mir mehrere Theile zur genaueren anatomischen Untersuchung zu übersenden, worüber ich mir hier zur Ergänzung meiner früheren Mittheilung zu berichten erlaube.

Meine Untersuchungen betrafen zunächst die Genitalien der am 11. März an Pneumonie und Pleuritis verstorbenen Feuerländerin Lise, einige zwanzig Jahre alt.

An den äusseren Genitalien derselben zeigte sich ebensowenig wie an dem After irgend eine bedeutendere Spur von Haarwuchs; nur auf der oberen Parthie der grossen Schamlippen finden sich einzelne etwa 1 cm lange Härchen; Es zeigte sich auch keine Spur von einer Rasur oder einem Ausreissen der Haare. Der Schamberg sowie die grossen Schamlippen sind mässig stark entwickelt und lassen zwischen sich eine gegen 6.5 cm lange ziemlich geschlossene Schamspalte. Oben an dem Schamberg gehen sie mit einer

etwas vertieften Commissur in einander über; nach unten und hinten bilden sie eine hintere Commissur mit einem schwach entwickelten Frenulum und dahinter gelegener Fossa navicularis. Die rechte grosse Schamlippe ist etwas stärker entwickelt als die linke. Eigenthümlich ist es, dass um den weit offen stehenden und von einigen Haemorrhoidal-Knoten umgebenen After herum die Epidermis fehlt, und dieser Mangel sich auch bis hinauf zu dem unteren Ende der linken grossen Schamlippe fortsetzt. Diese Arosion musste von einem entweder aus dem After oder aus der Vulva herrührenden scharfen Ausflusse veranlasst sein. (S. die Abbildung a. a. a. a.) Die kleinen Schamlippen ragen nicht vor der Schamspalte hervor, und ist die rechte ansehnlich grösser als die linke. Nach unten verlieren sich beide in den Scheidenvorhof; nach oben theilt sich die rechte in zwei Fortsätze, deren äusserer sich an die innere Fläche der grossen Schamlippen anlehnend, bis an die obere Commissur der letzteren sich hinzieht, der innere aber sich, wie das obere Ende der linken kleinen Schamlippe, abermals in zwei kleinere Falten spaltet, deren äussere das Praeputium Clitoridis, die innere das Frenulum Clitoridis in gewöhnlicher Weise bilden. Die Clitoris ist von normaler Grösse und auch die Glans derselben tritt nicht mehr wie gewöhnlich hervor. 2 cm hinter und unter der Clitoris befindet sich an der oberen Wand des Scheidenvorhofes die Harnröhrenöffnung, welche nur die Eigenthümlichkeit zeigt, dass von den sie umgebenden Schleimhautfalten eine auf jeder Seite sich im Bogen nach oben an der inneren Seite des Scheidenvorhofes hinzieht, und so auf beiden Seiten eine kleine Tasche bildet. (Siehe die Abbildung b. und b.) Am Scheideneingang finden sich mehrere ziemlich stark hervortretende Carunculae myrtiformes.

Die Scheide ist 11 bis 12 cm lang, und plattgelegt, 3.5 cm breit. Es finden sich an ihrer vorderen und hinteren

Wand Columnae rugarum, welche besonders an der vorderen Wand ziemlich stark entwickelt sind, und in einem gegen die Harnröhrenöffnung sich hinziehenden Wulst vorspringen.

Die Portio vaginalis Uteri tritt an dem Scheidengewölbe nur mit der hinteren Muttermundslippe hervor, die vordere ist ganz verstrichen. Der Muttermund bildet eine etwa 12 mm lange quere Spalte, steht zwar ziemlich weit auf, hat aber keine Einrisse oder Narben, so dass die Person wohl gewiss keine reife Frucht geboren hat.

Der Uterus hat einen Längendurchmesser von 8 cm, einen Querdurchmesser von 5.5 cm, und einen Dickendurchmesser von 3 cm. Er erscheint demnach im Allgemeinen etwas platt, und ist ein wenig schief gestaltet. Die Höhle des Uterus und des Mutterhalses verhält sich wie gewöhnlich; ein Arbor vitae in letzterem ist nur wenig entwickelt, die Schleimhaut der Uterushöhle sehr wenig ausgebildet. Dieselbe stellt auf feinen Querschnitten, welche Herr Böhm, Präparator für Histologie an der anatomischen Anstalt, anzufertigen die Güte hatte, nur eine schmale Schichte dar, in welcher sich verschieden grosse Lücken, und mit Cylinderepithel ausgekleidete Fragmente von Drüsenschläuchen erkennen lassen, so dass man die letzteren als nur wenig entwickelt betrachten kann.

Um die Eierstöcke herum, zwischen ihnen und den Eileitern und an der hinteren Fläche des Uterus, finden sich alte membranöse Exsudationen und Verwachsungen, wodurch die Lage der Eileiter sehr verändert ist. Beide verlaufen nicht sowohl in den freien Rändern der breiten Mutterbänder, sondern stark gekrümmt und gewunden gegen die Eierstöcke und den Uterus zu. Das rechte Infundibulum setzt sich mit einer Fimbria an die hintere Wand des Uterus, das linke an den linken Eierstock. Auf der rechten Seite könnte man verleitet werden anzunehmen, dass der Eierstock in einer von dem breiten Mutterbande gebildeten Tasche

eingeschlossen wäre; doch überzeugt man sich leicht, dass dieser Schein nur durch die genannten Pseudomembranen veranlasst wird. Der rechte Eierstock ist 4 cm lang, 2 cm hoch, 1 cm dick. Seine Oberfläche ist vorherrschend glatt, doch sieht man einige Narben, besonders an seiner vorderen Fläche eine tiefere, schwarz pigmentirte. Durch einen an dieser Stelle ausgeführten Querschnitt des Eierstockes gelangt man in eine grössere Höhle. Man könnte geneigt sein, dieselbe für einen grösseren Follikel angehörig zu betrachten; allein abgesehen davon, dass derselbe durchaus nicht über die Oberfläche des Eierstockes hervorragte, sondern ganz in der Tiefe des Eierstocks Stroma lag, demnach dickere Wandungen besass, welche einander berührten, und wenigstens jetzt keine Flüssigkeit enthielt, entsprach dieser Hohlraum in seinem ganzen Ansehen nicht dieser Annahme. Ich glaube vielmehr, dass wir es hier mit der übrig gebliebenen Höhle eines unvollkommen entwickelten gelben Körpers zu thun hatten. Der linke Eierstock ist durch die Verwachsungen noch mehr verdeckt als der rechte, aber ebenfalls 4 cm lang, 2 cm hoch und 1 cm dick. Soweit seine Oberfläche sichtbar gemacht werden kann, ist auch sie glatt mit nur wenigen schwachen Spuren alter Narben. Nirgends an beiden Eierstöcken bemerkt man irgend welche Graafische Follikel und auch auf feinen Querschnitten sind auffallender Weise bei dieser doch noch jungen und kräftigen Person, nur äusserst wenige, gering ausgebildete Follikel zu finden, ja auf einem Duzend solcher Querschnitte konnten wir mit dem Microscope nur einen einzigen etwas grössern auffinden, in welchem sich aber ebenfalls noch kein fertiges Ei befand.

Die Länge und Beschaffenheit der Eileiter mit Infundibulum und Fimbrien scheinen die gewöhnlichen zu sein. Um sie genauer zu bestimmen, würde eine Lospräparirung

nöthig gewesen sein, welche ich zur Schonung des ganzen Verhaltens nicht ausführte.

Der Constrictor Cuni ist nur schwach, der Bulbus vestibuli in gewöhnlichem Grade entwickelt. Eine irgendwie grössere Duverney'sche Drüse war nicht aufzufinden, und möchten einer solchen vielleicht die beiden neben der Harnröhrenöffnung befindlichen, kleinen Taschen der Schleimhaut entsprechen.

Schon früher, am 18. Februar, war die etwas ältere Feuerländerin Catharina, die Mutter des Mädchens von 4 Jahren, auf der Reise von Nürnberg nach Zürich gestorben, und wurde daselbst deren Section von Herrn Professor H. v. Meyer gemacht. Leider erhielt ich von diesem Todesfall erst so spät Nachricht, dass meine an Herrn Professor v. Meyer gerichtete Bitte um genauere Berücksichtigung der Genitalien zu spät kam, und mir derselbe in Beziehung auf die äusseren Theile nur aus dem Gedächtniss so viel mittheilen konnte, dass das Fettpolster auf dem Mons pubis und in den Labia majora nur gering entwickelt gewesen wäre, so dass die vordere Fläche der Schambeine als eine scharfbegränzte viereckige Erhöhung hervorgeragt habe. Die beiden genannten Labien umgaben eine klaffende Schamspalte, so dass die Labia minora und die Clitoris sichtbar waren. Die Behaarung des Mons pubis bestand nur aus einem unbedeutenden zarten Flaum von $^1/_2$ cm langen feinen Haaren.

Von den inneren Genitalien hatte Herr Prof. v. Meyer den Uterus, die Eileiter und Ovarien aufbewahrt und übersendete mir dieselben zu näherer Untersuchung. Der Uterus war entschieden der einer Person, welche wenigstens einmal geboren hatte. Der Längendurchmesser desselben betrug 9.0 cm, der Querdurchmesser an der breitesten Stelle 5.2 cm, an der schmalsten Stelle, zwischen Körper und Hals des Uterus, 2.6 cm, die Dicke 3.0 cm. Der Muttermund stand

offen, war 1.7 cm breit, hatte aber keine stärkeren Einrisse oder Narben; die Portio vaginalis uteri war wenig entwickelt, die vordere Muttermundslippe wie bei der Lise fast ganz verwischt, die hintere, höher stehende, etwas mehr hervorragend.

Die Schleimhaut der Uterushöhle war auch an diesem Präparate sehr wenig entwickelt, und von Herrn Böhm ausgeführte Schnitte des Uterus liessen auch hier nur wenig entwickelte, mit Cylinder-Epithel ausgekleidete Uterindrüsen entdecken.

Die beiden Eileiter verliefen wenig gewunden in den freien Rändern der breiten Mutterbänder, und war der rechte nicht auspräparirt 11.8 cm, der linke auspräparirt 14.8 cm lang. Der rechte hatte ein gut entwickeltes Infundibulum mit Fimbrien, aber keine Fimbria ovarii. An dem linken waren wahrscheinlich die Fimbrien abgeschnitten, denn er war auch sonst verletzt.

Von den beiden Eierstöcken hatte der rechte die gewöhnliche Gestalt, war 4.7 cm lang, 1.7 cm hoch, 1.1 cm dick. Der linke Eierstock dagegen war auffallend lang und im Verhältniss schmal, nämlich 9.2 cm lang, 1.8 cm hoch, 0.8 cm dick. Beide Eierstöcke waren an ihrer Oberfläche sehr uneben und narbig, zeigten auch beide 3 bis 4 schwarz pigmentirte Stellen, hinter denen sich Reste von Corpora lutea befanden. Um beide Eierstöcke und Eileiter herum fanden sich auch hier ältere membranöse und filamentöse Ausschwitzungen. Mit unbewaffnetem Auge war an keinem der Eierstöcke eine Spur der Graaf'schen Bläschen zu entdecken und auch an den, von Herrn Böhm angefertigten Schnittpräparaten, waren auffallender Weise auch hier mit dem Microscope keine unentwickelte Follikel zu entdecken.

Diese Resultate der anatomischen Untersuchung der inneren Geschlechtsorgane dieser beiden Feuerländerinnen bestätigen, wie mir scheint, die in meiner früheren Mit-

theilung ausgesprochene Ansicht, dass in den Ovulationsverhältnissen dieses Völkerstammes eigenthümliche Verhältnisse herrschen. Das fast vollständige Fehlen selbst unentwickelter Graaf'scher Bläschen und Eier in den Eierstöcken selbst jugendlicher Personen, ferner die ausserordentliche histologische Reduction der inneren Oberfläche des Uterus beweisen, dass wahrscheinlich in Folge des Klima's und der spärlichen Ernährungsweise dieser Menschen, die Reifung und Loslösung von Eiern bei ihnen seltener als bei anderen, in dieser Hinsicht besser gestellten, Völkerstämmen erfolgt. Natürlich wäre es sehr wünschenswerth, dass an Ort und Stelle ausgedehntere Beobachtungen in dieser Hinsicht angestellt würden.

Anmerkung. Ich benutze diese Gelegenheit, um als Ergänzung meiner früheren Mittheilungen über die äusseren weiblichen Genitalien von Negerinnen hier zu erwähnen, dass ich vor Kurzem Gelegenheit hatte, die Genitalien einer ungefähr 36 Jahre alten Negerin zu untersuchen, welche angeblich aus dem Sudan stammte, und hier in München an Tuberculose starb. Diese Genitalien zeigten einen gut entwickelten, mit krausen, schwarzen Haaren reichlich bedeckten Mons pubis und ebenso gut entwickelte grosse Schamlippen. Aber, obwohl die Person noch Jungfrau war, d. h. einen noch deutlich ausgesprochenen Hymen besass, klaffte dennoch die Schamspalte in der Art und Weise, dass die beiden ansehnlich grossen, kleinen Schamlippen stark hervorragten, und soweit sie frei hervorstanden, an ihrer äusseren Fläche, wie die grossen Schamlippen, mit schwarzem Pigment versehen waren, während sie an ihrer inneren Fläche, soweit diese den Scheidenvorhof begrenzte, von einer röthlichen Schleimhaut überzogen waren. Mit diesen geringen Modificationen, die übrigens auch bei Europäerinnen in ähn-

licher Weise vorkommen, stimmten übrigens diese Genitalien ganz mit denen von Weibern europäischer Völkerschaften überein, namentlich war auch hier die Clitoris keineswegs stärker entwickelt.

Da die Feuerländer einen Volksstamm bilden, welcher seit Jahrhunderten mit Ausnahme einiger stickstoffreicher Schwämme und einiger Beeren nur von animalischer Kost lebt, so schien mir diese Gelegenheit ganz passend, ihre Verdauungsorgane in Beziehung auf deren Anpassung zu animalischer oder vegetativer Nahrung genauer zu prüfen, worauf auch Herr Virchow in seinen Mittheilungen über die Feuerländer in der Zeitschrift für Ethnologie 1881 p. 392 aufmerksam gemacht hat. Herr Professor Herm. v. Meyer hatte die Güte mir zu diesem Zwecke, die beiden Ohren-Unterkiefer- und Unterzungen-Speicheldrüsen, ferner den Magen nebst Duodenum und Pankreas, das Coecum mit Wurmfortsatz, und den Enddarm der Liese zu übersenden.

Die beiden Ohrspeicheldrüsen wogen jede 22 g, fast genau das Mittelgewicht derer von Europäern; die beiden Unterkieferspeicheldrüsen wogen die eine 6.2 g, die andere 5.5 g, im Mittel 5.85 g, während sonst das Mittelgewicht derselben auf 8.32 g angegeben wird. Die beiden Unterzungenspeicheldrüsen wogen die eine 2.5 g, die andere 3.5 g, im Mittel 3.0 g, während sonst das Mittelgewicht 2.5 g beträgt.

Der Magen hatte entschieden die weibliche Form und einen ziemlich stark entwickelten Blindsack. Plattgelegt war er 25 cm lang und 11 cm hoch, während im Mittel der europäische Magen 32 cm lang und 12 cm hoch angegeben wird. Längs der grossen Curvatur mass er 59 cm, längs der kleinen 30 cm. Mässig mit Wasser angefüllt fasste er 1800 cbcm, während der mittlere Cubikinhalt des europäischen Magens zu 3750 cbcm angegeben wird.

Der ganze Darmkanal war 1075 cm lang, also mehr als die 6fache Körperlänge dieser 161.0 cm hohen Person, während die mittlere Länge des europäischen Darms sonst auf 972 cm und die fünffache Körperlänge angegeben wird. Davon kamen auf das Duodenum 35 cm; auf das Jejunum und Ileum nach Angabe des Herrn Professors v. Meyer 800 cm; auf das Coecum 6 cm, auf das Colon mit Rectum 230 cm. Die gewöhnlich angegebenen Mittelzahlen der genannten Darmstrecken sind für das Duodenum 32.4 cm, für das Jejunum und Ileum 800 cm, für das Coecum 8.2 cm, für das Colon und Rectum 170 cm. Der Processus vermiformis war 11 cm lang, während dessen mittlere Länge sonst zu 8.4 cm angegeben wird. Derselbe ging nicht trichterförmig, sondern mit plötzlichem Absatz von dem Coecum aus. Die kegelförmige Gestalt des ganzen Darmrohrs war deutlich ausgesprochen, indem der Anfang des Duodenums plattgelegt einen Querdurchmesser von 4.5 cm, das Ende des Ileums einen solchen von 3.5 cm; der Anfang des Colons einen solchen von 8.5 cm, der Mastdarm einen solchen von 5 cm besass.

Die Leber erschien im Allgemeinen gross, aber platt. Sie wog 1832 gr. Ihr Längendurchmesser betrug 32 cm; ihr Höhendurchmesser 24 cm, ihre Dicke an der dicksten Stelle des Lobulus Spigelii 5 cm. Der rechte Leberlappen hatte einen Längendurchmesser von 20 cm, der linke von 12 cm; der rechte einen Höhendurchmesser von 24 cm, der linke von 21 cm. Der Lobulus Spigelii war 7 cm hoch und 6 cm breit; der Lobulus quadratus 13 cm hoch und 7 cm breit. An seiner unteren Fläche hatte Letzterer einen länglichen Anhang. Die Furchen der Leber waren nicht tief, aber nicht von Lebersubstanz überbrückt. Die Gallenblase war ansehnlich gross und fasste 144 cbcm.

Das Pankreas war 20 cm lang und von gewöhnlicher Höhe, Dicke und Gestalt.

Aus der Betrachtnahme dieser Verhältnisse der Verdauungsorgane dieser Feuerländerin scheint mir hervorzugehen, dass der allgemeine menschliche Charakter dieser Organe, in der Mitte zwischen den Verdauungsorganen der Fleischfresser und der Pflanzenfresser zu stehen, auch durch die lange Benutzung nur einer Hauptart von Lebensmitteln, keine Veränderung erleidet. Es ist auch Thatsache, dass diese Feuerländer, seit sie in den Händen der Europäer waren, neben ihrer Hauptdiät von Fleisch, auch Brod, Zwieback und Früchte ganz wohl verdauten. Allerdings wäre es, bei der grossen individuellen Verschiedenheit in der Länge des Darms auch bei Europäern, sehr wünschenswerth gewesen, auch über die Verhältnisse der anderen vier verstorbenen Feuerländer genauere Auskunft zu erhalten. Ich kann in dieser Hinsicht nur noch bemerken, dass Herr Professor Ziegler in Zürich, welcher die Section des Henrico ausführte, an dessen Verdauungsorganen, freilich ohne sie einer genaueren Prüfung zu unterwerfen, durchaus nichts Eigenthümliches bemerkte. Auffallend ist die grosse Länge des Dickdarms der Liese, und kann ich nicht unterlassen in dieser Hinsicht zu bemerken, dass die Angabe einer Länge zu 230 cm, zusammengesetzt ist aus meiner Messung der in meinen Händen befindlichen Stücke, des Anfanges des Dickdarmes zu 10 cm, des Enddarmes zu 30 cm, und des dazwischen befindlichen von Herrn Professor v. Meyer zu 190 cm angegebenen Theiles.

Der Umstand, dass bekanntlich die Feuerländer, mit Ausnahme eines losen Umwurfes von Thierfellen, in ihrer durch das Klima wenig begünstigten Heimat ganz nackt gehen und auch hier bei allen Witterungsverhältnissen nur sehr dürftig bekleidet auftraten, hat die allgemeine Aufmerksamkeit auf ihre Hautverhältnisse gelenkt. Diese Haut war sehr glatt, weich, nicht fettig, immer warm anzufühlen und zeichnete sich ausser ihrer Farbe, besonders

bei den Weibern, durch ihren fast gänzlichen Haarmangel aus. Von den Männern hatte nur der Capitano einen dürftigen Bart und er und Antonio längere, feine, einzeln stehende Haare, besonders an den Beinen.

Man war allgemein der Ansicht, dass diese Menschen sehr abgehärtet gegen die äusseren Temperaturverhältnisse sein müssten, und hat sie demgemäss auch wenig schonend in Beziehung auf diese Temperaturverhältnisse behandelt. Ich bin der Meinung, dass man dabei einen grossen Fehler begangen hat, welchem auch 5 ihrer Mitglieder bei uns so früh zum Opfer gefallen sind. Diese Feuerländer sind nichts weniger als abgehärtet, d. h. unempfindlich gegen bedeutendere und raschere Temperaturwechsel. Ihre Heimat besitzt ein kühles, ziemlich gleichmässiges maritimes Klima, dessen Temperatur nur zwischen 4° unter und 9° über Null wechselt. An diese im Ganzen niedrigen Temperaturen und deren geringen Wechsel haben sich die Feuerländer im Laufe der Zeiten gewöhnt, indem sie sich nur gegen dieses geringe Extrem der Kälte einen schwachen Schutz durch Umhängen von Fellen verschafften. Es klingt viel befremdlicher als es wirklich ist, wenn wir lesen, dass die Frauen ihre nackten Kinder an ihrer nackten Brust bei Schnee und Regen herumtragen, weil so etwas bei uns ganz unmöglich wäre. Aber wir machen viel bedeutendere Temperaturwechsel durch, und sind genöthigt uns gegen dieselben durch den Wechsel der Kleidung, durch geschlossene Wohnungen und künstliche Erwärmung zu schützen. Das haben die Feuerländer nicht nothwendig, wenn sie aber mit grösseren Extremen der Temperatur, als sie dieselben zu Haus gewohnt sind, in Conflikt kommen, dann sind sie bei dem Mangel aller Schutzmittel den nachtheiligen Folgen von sogenannten Erkältungen ausgesetzt, welche die Hälfte derselben bei uns umgebracht haben.

Immerhin war es von Interesse, die Haut dieser Feuer-

länder genauer zu untersuchen, und ich bat desshalb Herrn Professor v. Meyer, mir Hautstücke derselben zu übersenden, welcher Bitte er durch Uebersendung von Stücken der Haut des Rückens, des Kopfes und von einer Hand der Liese entsprach. Herr Böhm hatte die Güte, mir auch von diesen Theilen Schnittpräparate anzufertigen, deren mikroskopische Untersuchung, soweit sie bei der nicht vollkommen frischen Beschaffenheit der Haut möglich war, folgende Resultate ergab:

An der Rückenhaut war die geringe Dicke des Coriums und der Epidermis auffallend. Die tiefste Schichte des Rete Malpighii zeigte mehrere Lagen von pigmentirten Kernen und Protoplasten, wodurch also die Vermuthung des Herrn Professors Virchow (l. l. pag. 389), dass dieser Haut der Feuerländer das Pigment nicht fehlt, gegen die Angabe Wilsons, welcher solches in Abrede stellte, bestätigt wurde. Die Papillen der Haut hatten die gewöhnliche, theils konische, theils mehr breite Form, und enthielten Gefässschlingen und Tastkörperchen. Dagegen konnten wir in ihr nur wenige feine Haare, keine Muskelfasern und keine Schweiss- und Talgdrüsen auffinden, deren gänzlichen Mangel ich zwar hiedurch nicht behaupten will, die aber jedenfalls so sparsam auftreten, dass sie auf einer grösseren Anzahl von Schnittpräparaten nicht bemerkt werden konnten. An der injicirten Haut der Volar-Fläche der Finger stehen die Papillen sehr dicht, und zahlreiche bis in das Unterhaut-Fettgewebe eindringende Schweissdrüsen waren vorhanden. In der Gefäss-Anordnung der Fingerhaut war nichts Besonderes zu bemerken. An den starken Kopfhaaren fehlten die Talgdrüsen nicht.

Diese Resultate geben für die Wärmeabgabe und Regulirung durch die Haut keine weiteren Anhaltspunkte, als dass vielleicht die Schweissabsonderung bei diesen Feuerländern nicht reichlich ist. Doch will Hr. Niclas in Paris (Bulletins

de la Soc. d'Anthropologie de Paris 1881. Tom. IV, p. 863) bemerkt haben, dass sie bei irgend welcher Anstrengung selbst in der Kälte leicht schwitzten. Auch hier sah man, dass als Antonio eine Pfeilspitze aus einem Glasstück zurichtete, derselbe sich häufig die Stirn mit der Hand abwischte; freilich war es in dem betreffenden Raume sehr warm.

Zum Schlusse bemerke ich noch, dass nach den Mittheilungen des Herrn Professor H. v. Meyer, die Gehirne der drei zuerst gestorbenen Feuerländer, bekleidet noch mit Arachnoidea und Pia mater, wogen:

Das Gehirn von Henrico 28 Jahre alt und 164 cm hoch 1420 g
" " " Liese 24 " " " 161 cm " 1340 g
" " " Kathrine 30 " " " 143 cm " 1335 g

wobei ich daran erinnere, dass das Mittelgewicht des europäischen Gehirnes bei Männern circa 1360 gr, bei Weibern 1220 gr beträgt. So gross auch bei den Feuerländern vielleicht die individuellen Schwankungen des Hirngewichtes sein mögen, glaube ich doch, dass man aus obigen Zahlen den Schluss ziehen kann und muss, dass die Feuerländer in Beziehung auf ihre psychische Beanlagung nicht niedrig stehen, mit Rücksicht auf ihre sehr niedrige Entwicklung aber dadurch die Ansicht unterstützt wird, dass sie von einem einst schon höher entwickelt gewesenen Volksstamme abstammen.

Beschreibung der Abbildung.

Aeussere Geschlechts-Organe der 24jährigen Feuerländerin Liese.

a. a. a. a. Umriss der von Epithel entblössten, arodirten Stelle.

b. b. Zwei kleine zu beiden Seiten der Harnröhren-Oeffnung befindliche Taschen der Schleimhaut des Scheiden-Vorhofes.

Bischoff's Abh: über die Feuerländer




LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF CALIFORNIA

Verzeichniss der eingelaufenen Büchergeschenke.

Vom Museum of comparative Zoölogy at Harvard College in Cambridge, Mass.:

a) Annual Report for 1880—81. 1881. 8⁰.
b) Bulletin. Vol. VI Part. II, Vol. IX 1879—81. 8⁰.

Vom Kgl. Instituut voor de Taal-, Land- en Volkenkunde van Nederlandsch-Indië im Haag:

Reis in Ost- en Zuid-Borneo van Koetei naar Banjermassin door Carl Bock. I Gedeelte. Mit Atlas. 's Gravenhage 1881. 4⁰.

Von der Natuurkundige Vereeniging in Nederlandsch-Indië in Batavia:

Natuurkundig Tijdschrift. Deel 39. 1880. 8⁰.

Vom Institut météorologique in Utrecht:

Nederlandsch meteorologisch Jaarboek voor 1876. 2. Deel. 1880. 4⁰.

Vom Naturforschenden Verein zu Riga:

Korrespondenzblatt XXIV. 1881. 8⁰.

Von der Sternwarte in Pulkowa:

a) Librorum in bibliotheca speculae Pulcovensis content. catalogus. Pars 2. Petropoli 1880. 8°.
b) Jahresbericht 1880—81. Petersburg 1881. 8°.

Vom naturhistorisch-medizinischen Verein in Heidelberg:

Verhandlungen. Neue Folge. Bd. III. 1881. 8°.

Vom naturhistorischen Verein in Augsburg:

26. Bericht 1881. 1881. 8°.

Von der Société géologique de Belgique in Lüttich:

Annales. Tom. 7. 1879—1880. 1881. 8°.

Vom Verein für Naturwissenschaft in Braunschweig:

Jahresbericht für das Jahr 1880—81. Altenburg 1881. 8°.

Von der Redaction des Moniteur scientifique in Paris:

a) Moniteur scientifique. 1882. gr. 8°.
b) Moniteur scientifique. Livr. 482. 1882. gr. 8°.

Von der Académie de médecine in Paris:

Bulletin. Tom. XI. 1882. 1882. 8°.

Von der Société de géographie commerciale in Bordeaux:

Bulletin 1882. 1882. 8°.

Von der anthropologischen Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen. Bd. XI. 1881. 4°.

Von der School of Mines, Columbia College in New-York:

The School of Mines Quarterly. Vol. III. 1881. 8°.

Von der Académie des Sciences in Paris:

Comptes rendus 1882. Tom. 94. 1882. 4°.

Von der Chemical Society in London:

Journal 1882. 1882. 8°.

Von der Società Toscana di scienze naturali in Pisa:

Atti. Processi verbali. Adunanza del dì 13. Nov. 1881. 8°.

Von der Société de géographie in Paris:

a) Liste provisoire de bibliographies géographiques par James Jackson. 1881. 8°.
b) Compte rendu des séances. Séance du 3 Février 1882. 8°.
c) Liste des membres au 31 Déc. 1881. 1882. 8°.

Von der Deutschen chemischen Gesellschaft in Berlin:

Berichte. XV. Jahrg. 1882. 8°.

Von der Zoologischen Station in Neapel:

Mittheilungen. Bd. III. Leipzig 1881. 8°.

Von der Redaktion der Zeitschrift für Instrumentenkunde in Berlin:

Zeitschrift für Instrumentenkunde. Jahrg. II. 1882. 8°.

Vom Astronomical Observatory at Harvard College in Cambridge, Mass.:

36. annual Report for the year 1881. 1882. 8°.

Von der Commission géodésique Néerlandaise im Haag:

Publications. I. Determination, à Utrecht, de l'Azimuth d'Amersfoordt par J. A. C. Oudemans. La Haye 1881. 4°.

Vom k. preussischen geodätischen Institut in Berlin:

a) Praecisions-Nivellement der Elbe. II. Mittheilung. Von Wilh. Seibt. 1881. 4°.
b) Das hessische Dreiecksnetz. 1882. 4°.

Von der Universidad de Chile in Santiago:

a) Annuario hidrográfico de la marina de Chile. Año VI. 1880. 8°.
b) Estadìstica comercial de la República de Chile en el año de 1879. Valparaiso 1880. 8°.

Vom Observatory in Batavia:

a) Regenwaarnemingen in Nederlandsch Indie. II Jaargang 1880. 1881. 8°.
b) Observations. Vol. V. 1881. fol.

Von der Société des sciences historique et naturelle de la Corse in Bastia:

Bulletin 1881. 8°.

Von der Académie Royale de médecine in Brüssel:

a) Mémoires couronnés, Collection in 8°. Tom. 7. 1882. 8°.
b) Bulletin. Tom. XVI. 1882. 8°.

Von der Medical & Chirurgical Society in London:

Medico-chirurgical Transactions. II. Ser. Vol. 46. 1881. 8°.

Von der Boston Society of Natural History in Boston:

Proceedings. Vol. XXI. 1881. 8°.

Von der Royal microscopical Society in London:

Journal. Vol. II. 1882. 8°.

Von der k. Ungarischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft in Budapest:

a) Monographie der Anguilluliden v. Ladislaus Örley. 1880. 8°.
b) Beiträge zur Kenntniss der erdmagnetischen Verhältnisse in den Ländern der Ungarischen Krone von Guido Schenzl. 1881. 4°.
c) Magyarország Vasércz-Fekhelyei, megvizsgálta és leírta Maderspach Livius. 1880. 4°.

Von der Royal Society of New South Wales in Sydney:

Journal and Proceedings. Vol. XIV. 1880. 1881. 8°.

Vom Geological Museum in Calcutta:

a) Records. Vol. XIV. 1880—81. 4°.
b) Palaeontologia Indica. Fossil Flora of the Gondwana System. Vol. III. Part. 2 und Vol. III. Suppl. I und Index zu Vol. I u. II. 1880—81. fol.

Von der New-York Academy of Sciences in New-York:

Transactions 1881—1882. 8°.

Von der botanischen Gesellschaft Irmischia in Sondershausen:

Irmischia. II. Jahrg. 1882. 8°.

Von der Leopoldinisch-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher in Halle:

Leopoldina. Heft 18. 1882. 4°.

Von der American geographical Society in New-York:

Journal. Vol. XI. XII. 1879—80. 8°.

Vom Museum in Tromsö:

Aarshefter IV. 1881. 8°.

Vom Landwirthschaftlichen Institut der Universität Königsberg:

Mittheilungen. Heft I. 1882. 8°.

Von der Physikalisch-medizinischen Societät in Erlangen:

Sitzungsberichte. 13 Heft. Nov. 1880 bis Aug. 1881. 1881. 8°.

Von der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft in St. Gallen:

Bericht über d. J. 1879—80. 1881. 8°.

Von Herrn A. Preudhomme de Borre in Brüssel:

a) Sur une excursion entomologique en Allemagne 1880. 8°.
b) Description d'une nouvelle espéce de Buprestide 1881. 8°.

Von Herrn William Ford Stanley in Cumberlow, South Norwood, England:

Experimental Researches into the properties and motions of Fluids. London 1881. 8°.

Von Herrn Hermann Schäffler in Braunschweig:

Das Wesen der Elektricität, des Galvanismus und Magnetismus. (2 Supplement zum 2. Theile der Naturgesetze.) Leipzig 1882. 8°.

Von Herrn G. vom Rath in Bonn:

Erdbeben in Ischia vom 4. März 1881. 8°.

Von Herrn E. Plantamour in Genf:

a) Résumé météorologique de l'année 1880 pour Genève et le grand Saint-Bernard. Genève 1881. 8°.
b) Les mouvements périodiques du sol (3me année) 1881. 8°.

Von Herrn L. A. Huguet-Latour in Montreal, Canada:

a) Pamphlet sur la colonisation dans la vallée Ottawa. 1880. 8°.
b) *Rapport* sur l'école polytechnique de Montreal 1881. 8°.

Von Herrn Hermann Kolbe in Leipzig:

Journal für praktische Chemie. Neue Folge. Bd. 25. 1882. 8°.

Von Herrn Rudolf Wolf in Zürich:

Astronomische Mittheilungen. No. 54. 1882. 8°.

Von den Herren Luigi Ageno und Torquato Beisso in Genua:

Del sistema commissurale centrale dell' encefalo umano. Ricerche dei Professori Luigi Ageno e Torquato Beisso. 1881. 4°.

Von Herrn Giovanni Omboni in Padua:

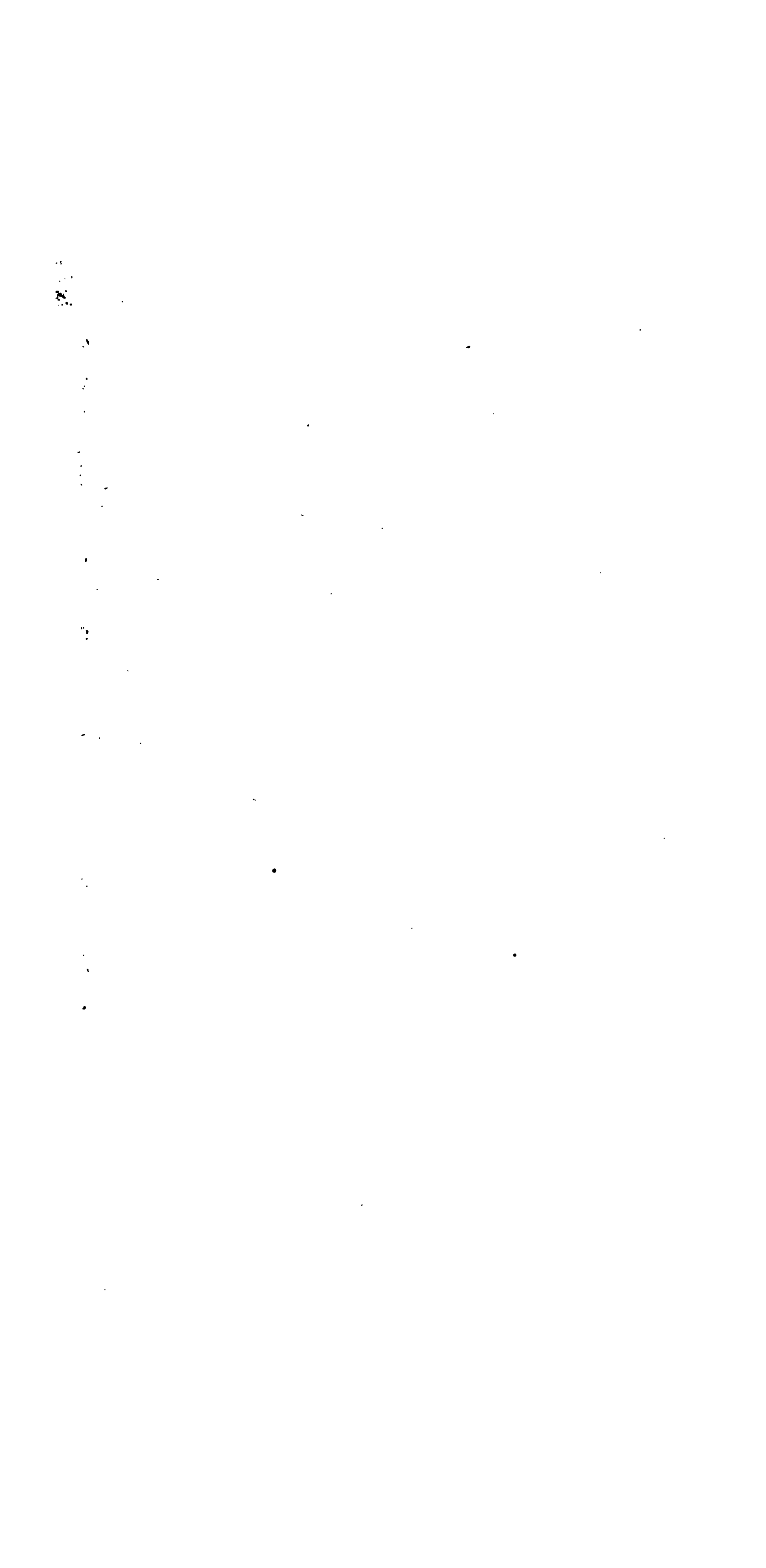
Dei fossili triasici del Veneto. Venezia 1882. 8°.

Von Herrn Hermann Pick in Salzburg:

a) Tageblatt der 54. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Salzburg vom 18.—24. September 1881. 4°.
b) Beiträge zur Kenntniss von Stadt und Land Salzburg. 1881. 8°.

Von Herrn Eduard Regel in St. Petersburg:

Puteschestwye u. Turkestan (Reisen in Turkestan von A. P. Fedschenko). Tom. 3. Botanitscheskia Issledowanya (botan. Forschungen von Ed. Regel). 1882. 4°.



Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

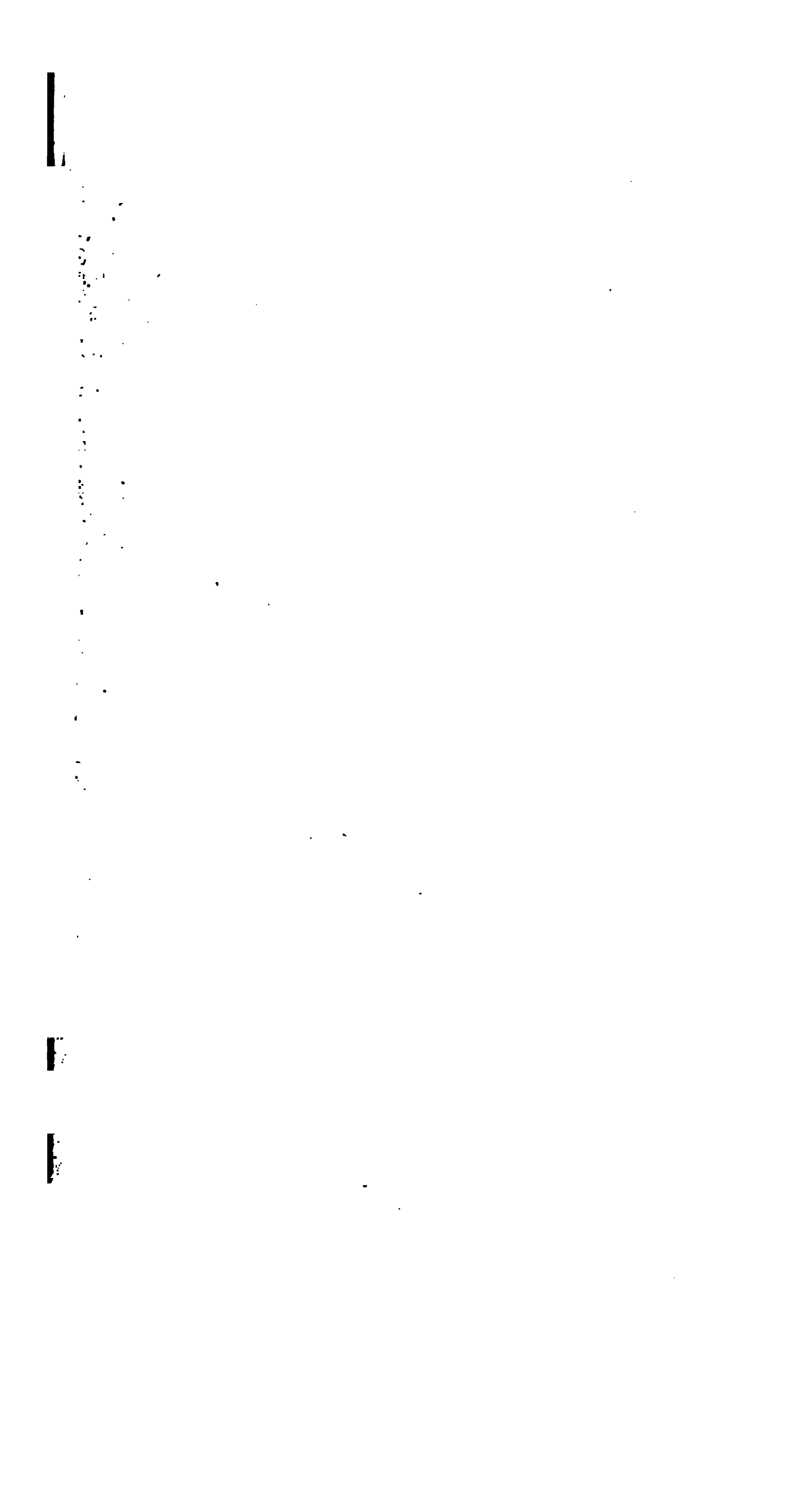
k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

1882. Heft IV.

München.
Akademische Buchdruckerei von F. Straub.
1882.

In Commission bei G. Franz.



Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 3. Juni 1882.

Herr v. Beetz legt vor und bespricht:

„Untersuchung über den Einfluss der Temperatur auf Aeusserungen von Molekularkräften.“ Von Dr. A. Miller.

(Mit 4 Tafeln.)

Den neueren Experimentaluntersuchungen über Elastizität, insoferne sie nicht rein technische Zwecke im Auge haben, liegt meist die Absicht, durch sie die Kenntnis der Molekularkräfte zu fördern und damit auch eine Unterlage für die mathematische Behandlung dieser Materie zu schaffen, zu Grunde. Anderseits war man bestrebt, die Aeusserungen von Molekularkräften mit anderen physikalischen Maasseinheiten, wie der der Schmelzwärme [1]), des Atomengewichts [2]) in Verbindung zu bringen und interessante Beziehungen hierüber abzuleiten.

Bei der Wichtigkeit, die hiernach der Kenntnis der Elastizität der Körper zufällt, erscheint es auffallend, dass

1) C. C. Person, Poggendorff's Annalen. Bd. 75.
2) H. Vogel, Poggendorff's Annalen. Bd. 111.

man bei den bisherigen Untersuchungen über den longitudinalen Modul der Elastizität die elastische Nachwirkung gar nicht berücksichtigte, obwohl diese bereits seit einem halben Jahrhundert von W. Weber entdeckt ist. Ich habe es daher versucht, in dieser Richtung einen Schritt zu thun, der, wie die Folge zeigen dürfte, geeignet sein könnte, weitere Schlüsse über das Verhalten der Molekularkräfte der Körper zu gestatten, sobald die Untersuchung auf eine hinreichende Zahl von Substanzen ausgedehnt sein wird, was in der vorliegenden Abhandlung nicht der Fall ist. Sie beschäftiget sich nur mit dem Eisen und da vornehmlich nur mit einem Individuum. Sie ist eine zunächst grundlegende Arbeit, weshalb auch auf die Prüfung der Untersuchungsmethode ein verhältnismässig grosser Raum entfällt, und das Versuchsmaterial in einem Umfange mitgetheilt wird, der in Zukunft recht wohl eingeschränkt werden könnte.

§ 1. Ueber Elastizität im allgemeinen.

Als Mass der Elastizität eines Körpers wird dessen Elastizitätsmodul angesehen. Man könnte ihn auch als solches unbedenklich betrachten, wenn in der That bei jeder Deformation eines Körpers durch äussere Kräfte die neue Gleichgewichtslage der Moleküle in der Weise sich herstellen würde, wie es die Definition der Elastizität, meist stillschweigend, voraussetzt, wenn vor allem die einer äusseren Kraftänderung entsprechende endliche Gestaltsänderung sich plötzlich vollzöge, oder wenn doch feststände, dass die neue Gleichgewichtslage bei allen Körpern in einem ganz gleichen Verlauf erzeugt wird. Seitdem aber, ganz abgesehen von der Unterscheidung zwischen „bleibender und elastischer Gestaltänderung", auf welche Gerstner [1]) aufmerksam gemacht

1) Gerstner, Handbuch der Mechanik, 2. Aufl. § 267.

hat, W. Weber [1]) zeigte, dass selbst innerhalb des Elastizitätsgrenze die einer äusseren Kraftänderung entsprechende Gestaltsänderung sich nicht plötzlich vollkommen einstellt, kann kaum mehr ohne Bedenken angenommen werden, dass der Elastizitätsmodul das gesamte elastische Verhalten eines Stoffes zahlenmässig zum Ausdruck bringe. Das wäre nach dem Gesagten selbst dann nicht der Fall, wenn man die endliche Gleichgewichtslage scharf bestimmen könnte, was nach den ziemlich vielen Autoren, welche sich in neuerer Zeit mit der von W. Weber entdeckten „elastischen Nachwirkung" beschäftigt haben, mindestens noch sehr zweifelhaft ist. Ausserdem ist bei der Dehnung, von der hier allein die Rede sein soll, nur die elastische Nachwirkung bei konstanter Belastung genauer studiert, nicht aber der Teil derselben, welcher während der Verlängerung oder Verkürzung infolge der Aenderung der Wirkung einer äusseren Kraft entsteht. Wenn man bloss frägt, eine wie grosse Gestaltsänderung einer gewissen Kraft innerhalb der Elastizitätsgrenze entspricht, so gibt der Elastizitätsmodul darüber Aufschluss. Allein damit ist das elastische Verhalten eines Körpers nicht vollkommen gekennzeichnet. Denn, wie bekannt, während selbst innerhalb der Grenze der Elastizität der eine und zwar grössere Teil der einer bestimmten Kraft entsprechenden Gestaltsänderung plötzlich auftritt, also eine von der Zeit unabhängige Funktion ist, wird der kleinere Teil als eine Funktion der Zeit dargestellt. Wenn somit ein Körper durch eine äussere Kraft zu einer neuen Gleichgewichtslage seiner Moleküle gezwungen worden ist, so wird behufs Ermittelung seines elastischen Verhaltens nicht nur nach der gesamten Gestaltsänderung, sondern auch nach der Grösse des Teiles derselben, welcher unter sonst gleichen Umständen plötzlich, und desjenigen, der

1) W. Weber, Poggendorff's Annalen, Bd. 34.

abhängig von der Zeit entstanden ist, gefragt werden können. Es wird das Verhältnis der „elastischen Dehnung" zur „elastischen Nachwirkung" zu ermitteln sein. Da aber die Zeit, innerhalb welcher der endliche Gleichgewichtszustand der Moleküle erreicht sein wird, nicht genau zu ermitteln ist, wird vielleicht die Erfahrung darauf hinweisen, insoferne es sich um wissenschaftliche Zwecke handelt, in erster Linie nur die Nachwirkung zu berücksichtigen, welche in der Entstehungszeit der elastischen Dehnung hervorgeht.

§ 2. Benennungen.

Wie schon erwähnt, soll in vorliegender Abhandlung nur von elastischen Erscheinungen die Rede sein, welche ein Körper zeigt, wenn er durch eine äussere Kraft einer Verlängerung unterworfen wird. Um wegen der häufig etwas verworrenen Bezeichnungen Missverständnisse auszuschliessen, halte ich es nicht für überflüssig, die hier festgehaltenen Benennungen zu erklären, um so mehr, als ich genötiget bin, eine noch weitere Unterscheidung als bisher bei dieser Art von physikalischen Erscheinungen üblich war, eintreten zu lassen.

Wird ein Draht von der Länge L mit einem Gewichte P belastet, so bringt dies eine Verlängerung A hervor, die ich „Dehnung" (D) heissen werde. Von dieser Dehnung entsteht ein Teil A_1 plötzlich; ich werde ihn „elastische Dehnung" (e. D.) nennen. Ein anderer Teil derselben wird im Verlaufe der Zeit T erzeugt. Dieser von der Zeit abhängige Teil kann selbst wieder aus wesentlich verschiedenen Stücken bestehen, von denen das eine A_2 innerhalb einer gewissen Zeit nach dem Aufhören der Spannung wieder verschwindet; ich werde dieses nach W. Weber „elastische Nachwirkung" (e. N.) nennen. Für das andere, bleibende Stück, wird ebenfalls die übliche Benennung „Streckung" (St.) beibehalten. Bei der elastischen Nachwirkung ist wohl

noch derjenige Teil derselben, welcher während des Anspannens, also in der Entstehungszeit der elastischen Dehnung auftritt, von dem bei konstanter Belastung erzeugten zu unterscheiden. In analoger Anwendung gelten dieselben Bezeichnungen, wenn ein Draht abgespannt wird.

§ 3. Ziel der Untersuchung.

Wie aus Obigem schon hervorgehen dürfte, besteht die Absicht, zunächst die elastische Dehnung, dann aber auch die elastische Nachwirkung, welche in der Enstehungszeit jener zum Vorschein kommt, jede für sich und somit auch ihr Verhältnis zu ermitteln. Diese Elemente der Elastizität sollen für Temperaturen zwischen 0° und 100°C erforscht und ihre mathematische Beziehung zur Temperatur angegeben werden. Ich habe mit dem Eisen begonnen und das Versuchsobjekt nicht durch öfteres Erwärmen und Abkühlen vor dem Versuche auf den sog. Normalzustand gebracht und in diesem erst untersucht, sondern ich studierte den allmähligen Uebergang in diesen, da er, wie ich aus früher angestellten Versuchen wusste, manches Interessante zu bieten schien.

§ 4. Literatur des Gegenstandes.

Arbeiten, welche sich mit den hier aufgeworfenen Fragen beschäftigen, sind mir nicht bekannt. In Beziehung zu vorliegenden Untersuchungen jedoch stehen die Arbeiten von Pisati [1]) und von Wertheim [2]). Von ganz besonderem Interesse für die Verwertung unserer Resultate ist aber eine Abhandlung von Hrn. Prof. F. Kohlrausch und Loomis [3]).

---

1) G. Pisati *), Gaz. chim. ital. VII. 1.

2) Wertheim, Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie. Ergänzungs-Bd. II.

3) F. Kohlrausch und F. E. Loomis, Poggendorff's Annalen etc. Bd. 141.

*) Ich konnte mir diese Quelle trotz vieler Bemühungen nicht verschaffen, musste mich vielmehr auf die „Beiblätter zu den Annalen der Physik und Chemie" beschränken. (Bd. I, 1877, Nr. 6, I).

Diese stellten an tordierten Eisendrähten, jene an gedehnten, Versuche über Elastizität bei verschiedenen Temperaturen an.

Die Untersuchungen Wertheims haben ergeben, dass der Elastizitätsmodul des Eisens von der gewöhnlichen Temperatur an gegen 100° C zunimmt, und erst von da an bis 200° C fällt, so dass er ungefähr bei 100° C ein Maximum besässe. Nach den späteren Versuchen von Kohlrausch besteht ein Maximum des Elastizitätsmoduls nicht. Auch Pisati gibt ein solches zwischen 20° und 300° nicht an; nach den zuletzt genannten Autoren nimmt der longitudinale Elastizitätsmodul mit steigender Temperatur beständig ab.

Was die Behandlung des Eisendrahtes vor dessen Verwendung zu Dehnungsversuchen betrifft, so lässt sich bei Wertheim nicht entnehmen, ob derselbe vorher bedeutenden Temperaturdifferenzen ausgesetzt worden ist, während Pisati die Drähte vor dem definitiven Versuche auf 300°C. erwärmte und wieder abkühlte. Aus dem regelmässigen Verlaufe der Versuche von Kohlrausch lässt sich schon schliessen, dass der verwendete Draht vorher auf den sog. Normalzustand gebracht worden war. Es wird sich nämlich auch bei diesen Versuchen deutlich zeigen, dass die den definitiven Versuchen vorausgehende Behandlung des Drahtes von wesentlichem Einflusse auf seinen Elastizitätszustand ist.

Ein Vorzug der Arbeit Pisati's vor jener von Wertheim besteht offenbar auch darin, dass ersterer zuversichtlich bei vielen Temperaturpunkten zwischen 20° und 300° C untersuchte, während Wertheim zwischen — 15° und 200° C nur in 4 Temperaturpunkten den Draht auf seine Elastizität prüfte, so dass Abweichungen zwischen diesen Temperaturen Wertheim entgehen konnten.

Anlangend die Hilfsmittel, welche zur Messung der Verlängerungen benützt worden sind, so bedienten sich

sowohl Wertheim als auch Pisati des Katheometers, eines Instruments, das nach dem Urteile Poggendorff's und Kohlrausch's [1]) zur Ermittelung so kleiner Abweichungen, wie sie bei Untersuchung der Elastizität vorkommen, die genügende Feinheit nicht besitzt. Ich bediente mich deshalb einer Spiegelablesung und war dazu um so mehr veranlasst, als es sich bei den folgenden Versuchen nicht so fast um die gesamte Dehnung innerhalb der Elastizitätsgrenze, sondern auch um einen kleinen Bruchtheil derselben, die elastische Nachwirkung während der Entstehungszeit der ersteren handelt.

§ 5. Theorie der Untersuchungsmethode.

Wie schon erwähnt, ist das nächste Ziel vorliegender Arbeit: das, was ich elastische Dehnung (e. D.) nenne und die während ihrer Entstehungszeit hervorgetretene elastische Nachwirkung (e. N.) zu messen. Abgesehen davon, dass die verschiedenen Experimentatoren über elastische Nachwirkung sich mit der durch Dehnung entstandenen verhältnismäsig wenig beschäftigten und ihre Versuche nur auf gewisse Stoffe beschränkten, wären die gefundenen Resultate schon deshalb hier nicht verwendbar, weil sie auf die während der Anspannung und Abspannung des untersuchten Körpers entstandene elastische Nachwirkung keine genügende Rücksicht nehmen konnten, so dass die Grenze der Anwendbarkeit des die Geschwindigkeit der elastischen Nachwirkung darstellenden Ausdruckes:

$$-\frac{dx}{dt} = \alpha x t^{-n} \qquad 1)$$

anerkanntermassen für kleine Werte von t nicht genau bestimmt ist. Ausser der schon erwähnten grundlegenden

---

1) F. Kohlrausch, Poggendorff's Annalen, Bd. 128, S. 211.

Arbeit von W. Weber kommt hier noch die von Professor F. Kohlrausch [1]) in Betracht.

Für den oben angedeuteten Zweck dürfte folgende Betrachtung zum Ziele führen oder wenigstens eine erste Annäherung an dasselbe ermöglichen:

Denken wir uns vorerst einen Draht über seine sog. Elastizitätsgrenze hinaus unter dem Einflusse einer ihn verlängernden Kraft, die in der Zeit T von 0 bis P stetig wächst, so erleidet er in dieser Zeit eine Dehnung; es rückt sein Endpunkt B_1 (Fig. 1) nach B_2 vor. Vom Zeitpunkte T an nehme die Last P bis o in der weiteren Zeit T_1 ab, so wird der Endpunkt des Drahtes nach der Zeit $T + T_1$ etwa in B_3 sein. Die Strecke $B_1 B_2$ sei $= A$, $B_2 B_3 = A_0$ und $B_1 B_3 = A'$. Nun ist anzunehmen, dass innerhalb des Intervalls 0 und $T + T_1$ die Grösse der Dehnung niemals dem durch die jeweils wirkende Kraftgrösse bedingten Gleichgewichtszustande entspricht, so dass nach den hierüber bekannten Erfahrungen die Dehnung A sich aus der elastischen Dehnung A_1, der elastischen Nachwirkung A_2 und der Streckung A_3 zusammensetzt. Der Uebergang des Endpunktes von B_2 nach B_3 geschieht infolge derselben Ursachen wie vorhin; deren Wirkungen wollen wir der Reihe nach analog mit A'_1, A_2', A'_3 bezeichnen. Hiebei wollen wir jene Grössen, von denen durch die Erfahrung feststeht, dass sie die gesamte Dehnung verkürzen, negativ in Ansatz bringen.

Fig. 1.

B1

B3

B2

Dann ist:

$$B_1 B_2 = A_1 + A_2 + A_3 = A \qquad 2)$$

$$B_1 B_3 = A + (-A'_1 + A'_2 + A'_3) = A' \qquad 3)$$

$$B_2 B_3 = B_1 B_3 - B_1 B_2 = -A'_1 + A'_2 + A'_3 = A_0 \qquad 4)$$

1) F. Kohlrausch, Poggendorff's Annalen, Bd. 158 S. 352.

Die Grössen A_3 und A'_3, um deren Bestimmung es sich hier nicht handelt, wurden nach dem Vorgange anderer Experimentatoren dadurch ausser Einfluss gesetzt, dass der zu untersuchende Draht vor den definitiven Versuchen über seine jeweilige Elastizitätsgrenze hinaus belastet und bei den definitiven Versuchen eine ziemlich weit unter derselben liegende Spannung angewendet worden ist. Darnach ist $A_3 = A'_3 = 0$ und die vorigen Gleichungen gehen in

$$A = A_1 + A_2 \qquad 5)$$

$$A' = (A_1 - A'_1) + (A_2 + A'_2) \qquad 6)$$

$$A_0 = - A'_1 + A'_2 \qquad 7)$$

über. Wir suchen die Grössen A_1 und A'_1 um den Elastizitätsmodul, der einer von der Zeit unabhängigen Deformation entspricht, berechnen zu können. Allein es sind nur die Grössen A, A', A_0 direkt messbar, wobei zu bemerken, dass von den obigen Gleichungen nur zwei von einander unabhängig sind. Somit stehen uns zur Bestimmung von A_1 und A'_1 nur die beiden Gleichungen

$$A = A_1 + A_2 \qquad 8)$$

$$A_0 = - A_1 + A'_2 \qquad 9)$$

zu Gebote, indess A_2 und A'_2 nicht direkt messbar sind. Die Erfahrungen über die Elastizität weisen darauf hin, und die nachfolgenden Versuche bestätigen es, dass die elastische Dehnung beim Be- und Entlasten die gleiche Grösse hat. Somit können wir mit grosser Annäherung wenigstens die Relation:

$$A_1 = A'_1 \qquad 10)$$

annehmen, wenn während einer An- und Abspannung des Drahtes dessen sonstiger physikalischer Zustand derselbe bleibt. In Gleichung 6) gibt uns A' die elastische Nachwirkung in der Zeit einer Be- und der unmittelbar darauf

folgenden Entlastung. Wird die An- und Abspannung n mal hintereinander unter den bisherigen Voraussetzungen bewerkstelliget, so haben wir:

$$\sum_1^n A' = \sum_1^n (A_1 - A'_1) + \sum_1^n (A_2 + A'_2) \tag{11}$$

und im Zusammenhalte mit

$$\sum_1^n A_1 - \sum_1^n A'_1 = 0 \tag{12}$$

die Gleichung: $$\sum_1^n A' = \sum_1^n (A_2 + A'_2) \tag{13}$$

wobei $\sum_1^n A'$ die in der Zeit $n(T + T_1)$ entstandene elastische Nachwirkung ist. In den Versuchen ist gewöhnlich $T = T_1$ somit die dem $\sum_1^n A'$ entsprechende Zeit $= 2nT$ genommen.

Bei n maliger, unmittelbar aufeinander folgender An- und Abspannung gehen die Gl. 8) und 9) im Zusammenhange mit Gl. 12) über in:

$$\sum_1^n A = \sum_1^n A_1 + \sum_1^n A_2 \tag{14}$$

$$\sum_1^n A_0 = -\sum_1^n A_1 + \sum_1^n A'_2 \tag{15}$$

woraus sich:

$$\sum_1^n A_1 = \frac{1}{2} \sum_1^n (A - A_0) - \frac{1}{2} \sum_1^n (A_2 - A'_2) \tag{16}$$

ergibt. Da bei etwa successiver Aenderung des elastischen Zustandes z. B. infolge Temperaturänderung zwei unmittelbar auf einander folgende Werte von A_1 nahezu gleich gross sind, so wird selbst in diesem Falle die Gleichung 12)

Bestand haben und wir erhalten zur Bestimmung eines Mittelwertes von A_1 die Relation:

$$\frac{1}{n}\sum_1^n A_1 = \frac{1}{2n}\sum_1^n (A - A_0) - \frac{1}{2n}\sum_1^n (A_2 - A'_2) \quad 17)$$

Schliesst man die ersten m unmittelbar aufeinanderfolgenden An- und Abspannungen aus, so hat man da $\sum_{m+1}^{n} A_1 =$ $(n - m) A_1$ die Hauptgleichung: 18)

$$\frac{1}{n-m}\sum_{m+1}^{n} A_1 = \frac{1}{n-m}\sum_{m+1}^{n}\frac{A-A_0}{2} - \frac{1}{n-m}\sum_{m+1}^{n}\frac{A_2-A'_2}{2} = A_1$$

Die Erfahrung lehrt, dass schon bei m = 1 unter gewöhnlichen Verhältnissen das Glied $\frac{1}{n-m}\sum_{m+1}^{n}\frac{A_2 - A'_2}{2}$ gegen die übrigen vernachlässiget werden darf. In den kommenden Versuchen ist durchwegs m = 1 genommen, so dass wir

$$A_1 = \frac{1}{n-1}\sum_2^n \frac{A - A_0}{2} \quad 19)$$

erhalten. Eine Korrektur für den Fall, als die Weglassung des Gliedes unthunlich erscheinen sollte, was äusserst selten eintritt, wird in § 24 besprochen werden.

§ 6. Beschreibung des Apparates.

Bei allen in dieser Abhandlung in Betracht kommenden Versuchen wurden Verlängerungen der zu untersuchenden Metalldrähte durch Belastungen erzeugt und jene mittelst einer Spiegelvorrichtung gemessen. Der Apparat (Fig. 2) zur Hervorbringung der Verlängerungen bestand in einem in allen seinen Teilen sehr kräftig gebauten zwei- und zwar ungleicharmigen Hebel (Schnellwage), auf dem nahe über seiner Unterstützungsschneide ein Spiegel aufgesetzt

ist. Die Wage ist an einem eichenen Balken von 180 cm Länge, 21 cm Höhe und 8,5 cm Breite befestigt, der an beiden Enden in der Mauer einer Fensteröffnung eingekeilt und in der Nähe des Aufhängepunktes der Wage durch einen — in der Zeichnung weggelassenen — Pfosten unterstützt ist. Eine Durchbiegung des Balkens konnte an einer Libelle bei den zu diesen Versuchen gebrauchten Belastungen nicht bemerkt werden. Die Befestigung der Wage an den Balken ist mittelst einer durch denselben geschobenen, dicken Eisenstange bewerkstelliget, die durch eine Schraubenmutter gehoben und gesenkt werden kann, um dadurch, nachdem der Draht eingespannt worden, dem Hebelarm jede beliebige Stellung geben zu können. Der zu untersuchende Draht wurde einerseits am kurzen Hebelarme mittelst eines Zwischenstückes und einer Klemme so befestiget, dass er sich bei der Drehung des Hebels in seiner ursprünglichen vertikalen Lage nahezu erhielt, anderseits ist er von einer unbeweglichen Klemme festgehalten, welche in einem entsprechend gewichtigen Stein eingelassen, der auf der Grundmauer des Gebäudes ruht. Wage, Klemme und sonstige Nebenteile des Apparates haben solche Dimensionen, dass von ihrer Dehnung gegenüber der des dünnen Drahtes abgesehen werden konnte. Sämmtliche Teile sind von Eisen. Auf der Seite des kürzeren Teils des Hebels ist ein Gegengewicht an einer Schraubenspindel verstellbar, wodurch der Hebel vor der Einspannung des Drahtes in's indifferente Gleichgewicht gebracht werden konnte. Zur feineren Einstellung auf's indifferente Gleichgewicht ist ausserdem unter der Unterstützungsschneide ein kleines Gegenwicht — in der Zeichnung weggelassen — angebracht, das an einer auf dem Hebel senkrecht abwärts angesetzten Schraube verstellbar ist. Das Fernrohr und die Skala sind an einer dicken Kirchenmauer mittelst dreier dicker Eisenstangen so befestiget, dass Temperaturveränderungen vor-

wiegend nur horizontale Verschiebungen der Fernrohrachse hervorbringen können. Nur bei ganz heftigen Erschütterungen konnte nicht abgelesen werden. Die Skala wurde durch eine aufgehängte, beliebig verstellbare Petroleumflamme beleuchtet.

Um den zu untersuchenden Draht verschiedenen Temperaturen aussetzen zu können, geht er (Fig. 2) durch ein Blechrohr, das von zwei Blechmänteln umgeben ist. Das ganze Gefäss steht auf drei — in der Zeichnung weggelassenen — Füssen. Aus dem seitlich angebrachten Siedegefässe strömt Wasserdampf ein, der mit dem im innersten Raume befindlichen Drahte nicht in Berührung kommen kann. Dieser Dampf steigt in dem mittleren Raume auf und in dem äusseren herab ins Freie. Auf diese Weise wird, wie Beobachtungen ergeben haben, die Temperatur in jeder Höhe beinahe die gleiche, wenn man den entsprechenden Zeitpunkt abwartet. Durch einen — in der Zeichnung weggelassenen — Hahn konnte der Dampfmantel vom Siedegefässe abgesperrt werden; das musste geschehen, wenn zur Erzeugung niederer Temperaturen der ganze Blechmantel durch eine verschliessbare Oeffnung im Deckel mit kaltem Wasser oder Eis angefüllt wurde. Am Boden besitzt das Gefäss einen Hahn zum Ablauf für das Kondensationswasser, welches indes, um die Abkühlung vom Boden aus hintanzuhalten, bei höheren Temperaturen des Raumes nie gänzlich entfernt wurde.

Die Temperatur des Raumes ward jedesmal auf beinahe 100° C gebracht und dann die Dampfzufuhr abgesperrt. Um eine allzu rasche Abkühlung bei den höheren Wärmegraden zu vermeiden, war nach Kohlrausch der Dampfmantel aussen mit einem etwa einen Centimeter dicken Filzmantel umgeben, eine Einrichtung, die sich auch hier gut bewährte. Der Raum zwischen dem Deckel und der Klemme beträgt ca. 1 cm, zwischen dem Boden des Dampf-

mantels und der unteren Klemme ca. 3 cm. Während also oben etwa 1 cm des Drahtes frei liegt, geht das untere aus dem Dampfzylinder hervortretende Drahtstück noch durch ein Metallröhrchen, das etwa 5 cm weit in den ersteren hineinragt, wodurch das untere Drahtende nahezu die Temperatur des Ganzen annehmen kann. Oben und unten war der innerste Raum des Dampfmantels mit Kork verschlossen und mit Lehm verstrichen. Der untere Kork umschloss den Draht resp. das erwähnte Röhrchen ganz enge, während ihm oben ein mit Wolle ausgefüllter ganz kleiner Spielraum gelassen war.

Im innersten Raume des Dampfmantels stak ein Quecksilber-Thermometer, dessen zylindrisches, in die Länge gezogenes Gefäss ungefähr in der Mitte des Mantels lag. Da ein sehr grosser Teil der Skala dieses sehr empfindlichen Instruments aus dem Dampfraum hervorragte, war der notwendigen Korrektur wegen ein Thermometer in Nähe der Skala angebracht.

Ein zur Erfüllung des Zweckes unentbehrlicher Teil des Apparates ist die Vorrichtung unter dem längeren Hebelarme, die dazu dient, die Belastung allmählig von o bis P wachsen und von P bis o abnehmen zu lassen. Dadurch wird es auch möglich, bei einiger Uebung in dem Augenblicke, in welchen die Spannung einen der obenerwähnten äussersten Werte erreicht hat, mit einer anfangs nicht erwarteten Schärfe abzulesen. Diese Vorrichtung (Fig. 2) besteht in einem Metalltischchen, das mittelst Kurbel, Schraube und zweier Führungen sachte hinauf gehoben und hinabgelassen werden kann. Auf dem Tischchen steht das Belastungsstück, welches an einer Aufhängevorrichtung fest gemacht ist. Diese fällt mit der Schneide ihres oberen Querstückes in einen schwachen Einschnitt des Hebelarmes. Um den Moment, in welchem die Belastung 0 oder P ist, für den Ablesenden und den Gehilfen, der das Tischchen

stellt, scharf zu bezeichnen, ist seitlich ein elektrisches Läutwerk angebracht. Der Lauf des elektrischen Stromes ist aus der Zeichnung leicht zu ersehen. Das Geläute schweigt, sobald die Belastung 0 oder P ist. Indes ist bei einiger Uebung für den Ablesenden das Läutwerk unnötig, weil sich die kritischen Momente im Spiegel genügend scharf ankündigen. Beim Ablesen gebrauchte ich eine stellbare Sekundenuhr.

Um die Temperatur der eisernen Schienen, an welchen der Hebel aufgehängt ist, zu bestimmen, ist an einer derselben ein ausgehöhltes Eisenklötzchen mittelst Schrauben festgehalten. Die Höhle desselben ist mit Korkholz ausgefüttert und mit Quecksilber gefüllt. In der Wand der Höhle ist ein Schlitz so angebracht, dass das Quecksilber mit der Eisenschiene in unmittelbarer Berührung ist, und so mit dieser gleiche Temperatur hat. In dem Quecksilber steckt das Gefäss eines sehr empfindlichen Thermometers.

§ 7. Ausführung der Versuche im allgemeinen.

Die untersuchten Eisendrähte waren schon beim Ziehen ohne Buckel geblieben. Vor dem Einspannen in den Apparat wurden sie mit der Lupe auf etwaige Risse etc. untersucht. Der eingeklemmte Draht war durch einen ständigen Zug von cca. 2,6 kg per □ mm gerade erhalten worden. Wenn das Belastungsstück den Hebel nicht berührte, wurde abgelesen, dann von dem Gehilfen das Tischchen mit thunlichst gleichförmiger Geschwindigkeit herabgelassen, bis das Belastungsstück dasselbe nicht mehr berührte — das Geläute schwieg alsdann — und nun sofort wieder abgelesen und sogleich das Tischchen wieder hinaufgeschraubt. Bei wieder unbelastetem Drahte wurde die, für den nächsten Versuch erste, Ablesung vorgenommen und dieses Spiel des Hebels n ($n = 5$) mal wiederholt. Die Belastung 0 und P dauerte gewöhnlich 3 bis 5 Sekunden. Auf diese Weise kann für

eine Mitteltemperatur die mittlere Dehnung gefunden werden. Die hiedurch beobachteten Zahlen sind in den kommenden Tabellen in den mit a, b, c überschriebenen Rubriken enthalten. Die Zahlen a_n, b_n c_n sollen die Ablesungen des n^{ten} Versuches bedeuten. Das Thermometer des Dampfmantels und das am Hebel angebrachte wurden am Anfang und am Ende einer jeden Versuchsgruppe sorgfältig abgelesen und die Ablesungen des ersteren entsprechend korrigiert. Von Zeit zu Zeit wurde auch die Lufttemperatur notiert.

§ 8. Theorie des Apparates im allgemeinen.

Fig. 3 stellt eine schematische Zeichnung des Apparates vor. SS sei die Skala, F das Fernrohr, JJ der Spiegel, HH der Hebel, letzterer in derjenigen Stellung, bei welcher der mit dem Fadenkreuz zusammenfallende Teilstrich der Skala, der mit 0 bezeichnet ist, abgelesen wird. Ich werde nach Kohlrausch diese Lage „mittlere Stellung" (m. St.) nennen. Von dieser m. St. aus müsste jede Messung vorgenommen werden. Obgleich der Apparat diese Einstellung vor jedem einzelnen Versuch gestatten würde, scheint dies, abgesehen von dem Zeitverluste nicht wohl thunlich, weil verschiedene Einflüsse, besonders die Wärme, Verstellungen zur Folge haben könnten. Anderseits erlaubt dies auch der Zweck der Beobachtung nicht immer. Diese Umstände erheischen es, bei der Berechnung der wirklichen Verlängerung des Drahtes von einer Anfangsstellung des Spiegels auszugehen, die bereits um φ_0^0 von der m. St. abweicht.

Ist die Entfernung des Spiegels in seiner m. St. von der Skala r_1 und die Länge des Hebelarmes $OH = r_2$, alle Grössen in Skalenteilen, deren einer $= 2$ mm gemessen; ferner die Entfernung des abgelesenen Skalenteiles von der m. St n_0, sowie n_1 die Ablesung, wenn sich der Spiegel um φ_1^0 von seiner m. St. entfernt hat, also $\varphi^0 = \varphi_1^0 - \varphi_0^0$ seine wirkliche Drehung beträgt, und der Zeiger im Fern-

rohr um $z = n_1 - n_0$ Skalenteile bewegt worden ist, so hat man, wenn l_0, l_1, l die den Winkeln entsprechenden Verlängerungen des Drahtes sind:

$$l = l_1 - l_0 = 2r_2\left(\sin\frac{\varphi_1}{2} - \sin\frac{\varphi_0}{2}\right) \qquad 20)$$

wo φ_0 und φ_1 aus den Gleichungen

$$n_0 = r_1 \operatorname{tg} 2\varphi_0 \qquad 21)$$

$$n_1 = r_1 \operatorname{tg} 2\varphi_1 \qquad 22)$$

zu bestimmen sind. Dabei sind die Bogen l_0, l_1, l als gerade genommen und ist von den kleinen Aenderungen des r_1 infolge der Drehung des Spiegels, sowie davon, dass die Spiegelebene nicht die Drehungsachse enthält, sondern sich beide nur sehr nahe sind, abgesehen.

Für die hier in Betracht kommenden Winkel kann die Rechnung von denselben unabhängig gemacht werden, indem eine Reihenentwickelung der Werte von φ_0 und φ_1 aus Gl. 21) und 22)

$$\sin.\frac{\varphi_0}{2} = \frac{n_0}{4r_1}\left[1 - \frac{11}{2}\cdot\left(\frac{n_0}{4r_1}\right)^2\right] \text{ und analog}$$

$$\sin\frac{\varphi_1}{2} = \frac{n_1}{4r_1}\left[1 - \frac{11}{2}\cdot\left(\frac{n_1}{4r_1}\right)^2\right] \text{ ergibt.}$$

Die Benützung dieser Werte führt zu:

$$l = 2r_2\left[\frac{n_1 - n_0}{4r_1} - \frac{11}{2}\cdot\frac{n_1^3 - n_0^3}{(4r_1)^3}\right] \qquad 23)$$

Ist $n_1 - n_0 = z$ ein gegen $4r_1$ kleiner Wert, so kann

$$l = \frac{1}{2}\cdot\frac{r_2}{r_1}\cdot z \qquad 24)$$

genommen werden.

§ 9. Einfluss der Temperatur auf den Apparat.

Wenn während eines Versuches eine Temperaturänderung vor sich geht, so veranlasst sowohl die Längenveränderung des Drahtes als auch des vertikalen Teils der Hebelvorrichtung eine Verstellung des Skalenzeigers und zwar beider in gleichem oder entgegengesetztem Sinne, je nachdem die Temperaturänderung bei beiden in gleichem oder verschiedenem Sinne vor sich geht. Denkt man diese Längenveränderungen getrennt sich vollziehend, so zeigt Fig. 4 den Vorgang im Apparate. Ist die Temperaturänderung im Apparate $\tau_1 - \tau_0$, im Drahte $t - T$ und sind die entsprechenden Längenänderungen $'l$ und $''l$, so ist im

Hinblicke auf Gl. 24) $z = 2 \frac{r_1}{r_2} l$ 25)

und da $l = r_2 (\varphi_1 + \varphi_2)$ 26)

und $'l = r_2 \varphi_1$ sowie $''l = r_2 \varphi_2$, so ist:

$$z = 2 \frac{r_1}{r_2} ('l + ''l)$$

Ist nun d_1 die Länge des hier in Betracht kommenden vertikalen Teils des Apparates und d_2 die des Drahtes, beide in Skalenteilen gemessen, sind dann α_1 und α_2 die bezüglichen thermischen Ausdehnungskoëffizienten, so ist: $'l = d_1 \alpha_1 (\tau_1 - \tau_0)$ und $''l = d_2 \alpha_2 (t - T)$, und somit

$$z = 2 \frac{r_1}{r_2} \left[k_1 (\tau_1 - \tau_0) + k_2 (t - T) \right] \quad 27)$$

In unserem Falle wird:

$$k_1 = d_1 \alpha_1 = 430.0,000012 = 0,005160$$

$$k_2 = d_2 \alpha_2 = 536.0,000012 = 0,006432$$

$$2 \frac{r_1}{r_2} = 2 . \frac{2806}{35,4} = 2 . 79,265 = 158,530.$$

Für verhältnismässig kurze Zeiten kann häufig $\tau_1 - \tau_0 = 0$ gesetzt werden, dann ist $z = 2 \frac{r_1}{r_2} k_2 (t-T) = 1{,}07 (t-T)$ Diese zu Korrektionen häufig gebrauchte Formel wurde experimentell geprüft. Das arithmetische Mittel aus 12 Beobachtungen ergab 1,08 Skalenteile für einen Grad der Temperaturänderung. Lässt man eine bei den höheren Temperaturen gemachte Beobachtung, welche etwas weit vom Mittel abweicht, weil anfänglich $\tau_1 - \tau_0 = 0$ auch für kurze Zeit nicht mehr genügend genau sein wird, weg, so erhält man als Mittel der übrigen Beobachtungen zufällig 1,07 Skalenteil für 1°C.

§. 10. Ermittelung der Temperatur des untersuchten Drahtes.

Das in dem Blechmantel angebrachte Thermometer wurde nur zur Bestimmung der extremen und der zu Korrektionsrechnungen notwendigen Temperaturen gebraucht. Von der Verwendung desselben zur Bestimmung der Temperatur des untersuchten Drahtes wurde abgesehen, weil anzunehmen ist, dass zwar der dünne Draht, nicht aber das mit einem ziemlich grossen Gefässe versehene Thermometer der Abkühlung des Dampfraumes folgen werde, somit eine Korrektur der Ablesungen erforderlich geworden wäre. Ich entschloss mich daher, die jeweilige Temperatur des Drahtes aus den Spiegelablesungen zu berechnen, also ihn selbst als thermometrische Substanz zu benützen. Hiedurch wird auch noch dem Umstande, dass der Draht voraussichtlich nicht in seiner ganzen Länge vollkommen genau dieselbe Temperatur besitzt, Rechnung getragen. Man erhält eine mittlere Temperatur des Drahtes, sowie den dieser entsprechenden mittleren Einfluss auf die Elastizität desselben. Um eine Korrektur wegen der Aenderung des thermischen

Koëffizienten infolge der Spannung[1]) des Drahtes zu umgehen, wurde behufs Temperaturbestimmung stets bei fast ungespanntem Drahte an der Spiegelskala abgelesen. Ausserdem geschah die Ablesung behufs Temperaturbestimmung nachdem der Draht einige Zeit schwach gespannt gewesen war, um den aus der elastischen Nachwirkung entspringenden Fehler auf ein Minimum zu reduzieren.

Bezeichnet nun T die Anfangstemperatur des Drahtes, τ_0 die Anfangstemperatur des vertikalen Teils des Apparates, n_0 den hiebei abgelesenen Skalenteil, ferner t die Endtemperatur des Drahtes, τ_1 die des Apparates und n_1 den hiebei beobachteten Skalenteil, so ist gemäss Gl. 27)

$$n_1 - n_0 = 2\,\frac{r_1}{r_2}\left[k_1(\tau_1 - \tau_0) + k_2(t - T)\right]$$ woraus sich

ergibt: $$t = T + C\cdot\frac{1}{\alpha_2}(n_1 - n_0) - \frac{k_1}{k_2}(\tau_1 - \tau_0) \qquad 28)$$

Hierin ist für unsere Versuche

$$C = \frac{1}{2}\cdot\frac{r_2}{r_1}\cdot\frac{1}{d_2} = \frac{1}{2}\cdot\frac{35{,}4}{2806}\cdot\frac{1}{536} = 0{,}00001177$$

und $\frac{k_1}{k_2} = 0{,}87 = c$

Zur Bestimmung von $\frac{k_1}{k_2} = \frac{d_1\alpha_1}{d_2\alpha_2}$ ist $\alpha_1 = \alpha_2$ genommen worden, was wegen der durchschnittlich geringen Werte der Differenz $\tau_1 - \tau_0$ wohl zulässig erscheint.

Nun ist $\frac{dt}{d\alpha} = -C(n_1 - n_0)\,\alpha_2^{-2}$; es würde somit ein um $\Delta\alpha_2 = 0{,}0000001$ fehlerhafter Wert einen Temperatur-

1) Dahlander, Poggendorff's Annalen. Bd. 145.

fehler $\varDelta t = -C(n_1 - n_0)\alpha_2^{-2}\varDelta\alpha_2$ nach sich ziehen. Dies gäbe für $n_1 - n_0 = 100$ schon $-0{,}8^0$ C. Es erscheint somit nicht nur notwendig für den vorliegenden Fall α_2 besonders zu bestimmen, sondern auch auf dessen Abhängigkeit von der Temperatur Rücksicht zu nehmen. Ersteres geschah, indem man die Temperatur des Drahtes von der ziemlich nahe an 0^0 liegenden bis zum Siedepunkte erhöhte und am Anfange und Ende die sämmtlichen in Gl. 28) vorkommenden Grössen, insoweit diess möglich, ablas und hieraus α_2 berechnete. Es müssen schon deshalb extreme Temperaturen gewählt werden, um die Thermometerablesung als zuverlässig betrachten zu können. Das Resultat der Beobachtung und Rechnung enthält die

Tabelle 1.

Nr.	T	τ_0	n_0	t	τ_1	n_1	α_2 (berechnet)	Mittelwert von α_2 für:
1	4,81	5,10	74,4	98,7	9,60	178,0	0,000012466	$4{,}10^0$ bis $98{,}66^0$ C 0,000012429
2	3,62	4,45	71,0	99,0	8,10	174,8	0,000012395	
3	3,87	4,45	71,0	99,0	8,10	174,8	0,000012427	
4	3,87	4,45	71,0	8,52	5,55	76,3	0,000011118	$3{,}75^0$ bis $8{,}52^0$ C 0,000010881
5	3,62	4,45	71,0	8,52	5,55	76,3	0,000010644	

Der erste der vorstehenden Mittelwerte kann als Ausdehnungskoëffizient des Drahtes zwischen 0^0 und 100^0, der zweite als solcher zwischen 0^0 und 10^0C. betrachtet werden.

Die Anwendung der Formel:

$$L = L_0\,(1 + \alpha' t + \alpha'' t^2)\ ^{1)}$$

wobei für Eisen $\alpha' = 0{,}0000103895$, $\alpha'' = 0{,}000000014315$, ergibt als Ausdehnungskoëffizienten für:

$0^0 - 10^0$C: 0,00001053265 für

1) Mousson, § 460.

$0^0 - 100^0$C: 0,0000118210. Während aber $\frac{0,0000118210}{0,00001053265}$ $= 1,1223$, ist $\frac{0,000012429}{0,000010881} = 1,1422$.

Die Zahl 0,000010881 kann als von Hauptfehlern frei angesehen werden, weil sich die zu ihrer Berechnung nötigen Grössen genau ablesen liessen. Dies ist bei dem andern Mittelwert bezüglich des τ_1 nicht der Fall. Es erscheint der Mittelwert des Ausdehnungskoëffizienten zwischen 0^0 und 100^0 zu hoch; er soll, vorausgesetzt, dass der Einfluss der Temperatur auf den thermischen Koëffizienten aller Eisensorten wenigstens annähernd derselbe ist, nur 0,000010881 . 1,1223 = 0,00001221202 betragen.

Beachtet man, dass

$$\frac{d\alpha_2}{d\tau_1} = - C c (n_1 - n_0)[t - T + c(\tau_1 - \tau_0)]^{-2}, \qquad 29)$$

so ist der Fehler $\Delta\alpha_2 = - \frac{d\alpha_2}{d\tau_1}\Delta\tau_1$, und man sieht, dass ein neg. Fehler bei der Ablesung des τ_1 einen pos. bei α_2 erzeugt.

Wenn man berücksichtiget, dass der vertikale Teil des Apparates vom Dampfmantel wegen des verschiedenen Abstandes seiner Teile von der Wärmequelle ungleich erwärmt werden muss, so kann der abgelesene Wert τ_1, sobald er sich merklich von der Lufttemperatur entfernt, nur als ein Mittelwert betrachtet werden. Zufolge Gl. 29) beinflusst ein Fehler von 1^0 noch die 7. Stelle, die wir noch genau kennen sollen, wenn der untersuchte Draht als Thermometer benützt werden will. Es wird an der passenden Stelle eine Korrektur angebracht werden.

§ 11. Berücksichtigung der Veränderlichkeit von α_2.

Für genaue Temperaturmessungen bei grossen Intervallen ist es, wie schon erwähnt, notwendig, die Abhängig-

keit des thermischen Koëffizienten von der Temperatur in Betracht zu ziehen.

Ist L_0 die Länge des Drahtes bei 0°, L_T bei T° und L_t bei t°, so ist:

$$L_T = L_0\ (1 + \alpha' T + \alpha'' T^2)$$

$$L_t = L_0\ (1 + \alpha' t + \alpha'' t^2) \text{ somit}$$

$$L_t = L_T \cdot \frac{1 + \alpha' t + \alpha'' t^2}{1 + \alpha' T + \alpha'' T^2} \text{ wofür} \qquad 30)$$

$$L_t = L_T\,[1 + \alpha' (t - T) + \alpha'' (t^2 - T^2)]$$

gesetzt werden kann. Darnach dehnt sich die Länge L_T bei der Temperaturerhöhung von T° auf t° um

$$L_t - L_T = L_T\,[\alpha'' (t - T) + \alpha'' (t^2 - T^2)] \qquad 31) \text{ aus.}$$

Da bei so grossen Temperaturunterschieden, wie sie hier vorkommen, auch darauf Rücksicht zu nehmen ist, an welcher Stelle der Skala abgelesen wird, so haben wir unter Einführung der bisher gebrauchten Bezeichnungen die Gleichung:

$$d_1 \alpha_1 (\tau_1 - \tau_0) + d_2\,[\alpha'(t - T) + \alpha'' (t^2 - T^2)] -$$

$$2 r_2 \left[\frac{n_1 - n_0}{4 r_1} - \frac{11}{2} \cdot \frac{n_1^3 - n_0^3}{(4 r_1)^3}\right] = 0 \qquad 32)$$

Daraus ergibt sich unter Hinweglassung des neg. Wurzelwertes:

$$t = \frac{1}{2\alpha''}\left\{ - \alpha' + \sqrt{4\alpha''\left[\alpha' T + \alpha'' T^2 + 2\,\frac{r_2}{d_2} \cdot \left(\frac{n_1 - n_0}{4 r_1} - \frac{11}{2} \cdot \frac{n_1^3 - n_0^3}{(4 r_1)^3}\right) - \frac{d_1}{d_2}\,\alpha_1 (\tau_1 - \tau_0)\right] + \alpha'^2}\right\} \qquad 33)$$

Setzt man der Kürze halber:

$$\frac{\alpha'}{\alpha''} = q_1 \qquad \frac{11}{64} \cdot \frac{r_2}{d_2 r_1^3 \alpha''} = q_3 \qquad \left(\frac{\alpha'}{2\alpha''}\right)^2 = q_5$$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{r_2}{d_2 r_1 \alpha''} = q_2 \qquad \frac{d_1 \alpha_1}{d_2 \alpha''} = q_4 \qquad \frac{\alpha'}{2\alpha''} = q_6$$

so geht Gl. 33) in folgende über:

$$t = \sqrt{T^2 + q_1 T + q_2 (n_1 - n_0) - q_3 (n_1^3 - n_0^3) - q_4 (\tau_1 - \tau_0) + q_5} - q_6 \qquad 34)$$

§ 12. **Die Korrektur der Ablesung τ_1.**

Wenn der Dampfmantel bis zum Siedepunkt erhitzt wird, so ist die Temperatur des vertikalen Teils des Apparates von der Lufttemperatur τ verschieden und τ_1 nur als genähert richtig zu betrachten. Da für $\tau_1 = \tau$ der Fehler der Ablesung 0 sein muss, so dürfte es angehen, ihn $= \gamma (\tau_1 - \tau)$ zu setzen, wobei γ eine für ein bestimmtes τ_1 und τ zu bestimmende Konstante ist. Dann geht das Glied $q_4 (\tau_1 - \tau)$ der Gl. 34) in

$$q_4 [\tau_1 + \gamma (\tau_1 - \tau) - \tau_0] = q_4 [(\tau_1 - \tau_0) + \gamma (\tau_1 - \tau)]$$

über. Sobald bei einem Versuche nahezu $\tau_1 = \tau$ wird, muss für die Folge $\gamma = 0$ gesetzt werden. Auf diese Weise ergibt sich für

$$t = \sqrt{T (T + q_1) + q_2 (n_1 - n_0) - q_3 (n_1^3 - n_0^3) - q_4 [(\tau_1 - \tau_0) + \gamma (\tau_1 - \tau)] + q_5} - q_6 \qquad 35)$$

Da, wenn der Dampfmantel vollständig erkaltet T und wenn er bis zum Siedepunkte erwärmt auch t genau abgelesen werden kann, so lässt sich für jeden Versuchstag γ aus folgendem aus Gl. 35) hervorgehendem Ausdrucke berechnen; es ist nämlich:

$$\gamma = \frac{T (T + q_1) + q_2 (n_1 - n_0) + q_5 - (t + q_6)^2 - q_3 (n_1^3 - n_0^3)}{q_4 (\tau_1 - \tau)} - \frac{\tau_1 - \tau_0}{\tau_1 - \tau} \qquad 36)$$

§ 13. Bestimmung der mittleren Temperatur des Drahtes während eines kleinen Zeitraumes.

Weil die in den Tabellen angeführten Versuche stets einige Minuten in Anspruch nehmen, so ist zur Ermittelung der Beziehung von Elastizität und Temperatur die mittlere Temperatur des Drahtes während des Zeitraumes von der Ablesung a_1 bis zu jener c_n (gewöhnlich c_5) zu ermitteln. Steigt während dieser Zeit die Temperatur im Gefässe von $'\tau_0$ auf $'\tau_1$, welche Werte am gebogenen Thermometer mit hinreichender Sicherheit angezeigt werden, so ist, da am Ende des Versuches der Zeiger im Fernrohre auf dem Teilstrich, von Temperaturänderung des Apparates und Nachwirkung abgesehen, $a_1 + 2 \frac{r_1}{r_2} k_2 ('\tau_1 - '\tau_0)$ gestanden wäre:

$$n_1 = \frac{a_1 + a_1 + 2 \frac{r_1}{r_2} k_2 ('\tau_1 - '\tau_0)}{2} = a_1 + \frac{r_1}{r_2} k_2 ('\tau_1 - '\tau_0),$$

wo a_1 die erste Ablesung ist. Setzt man $n_1 = a_1 + \nu_1$ so geht Gl. 35) in folgende über:

$$t = \sqrt{T(T + q_1) + q_2 [(a_1 + \nu_1) - n_0] - q_3 [(a_1 + \nu_1)^3 - n_0^3] - q_4 [(\tau_1 - \tau_0) + \gamma (\tau_1 - \tau)] + q_5} - q_6 \qquad 37)$$

worin $\nu_1 = \frac{r_1}{r_2} d_2 \alpha_2 ('\tau_1 - '\tau_0)$ ist.

§ 14. Bestimmung der Konstanten α' und α'' in Gl. 33) für den untersuchten Draht.

Hiebei setze ich voraus, dass bei verschiedenen Eisendrahtsorten die Aenderung der thermischen Ausdehnung mit der Temperatur nach demselben Gesetze vor sich gehe.

Setzt man in Gl. 30) $L_T = 1$ und $L_t - L_T = {}_T^tL$ dann ist für den Normaldraht [1] 38)

$${}_T^tL_0 = 0{,}0000103895\,(t - T) + 0{,}000000014135\,(t^2 - T^2)$$

Für den untersuchten Draht ist:

$${}_T^tL = \alpha'(t - T) + \alpha''(t^2 - T^2) \qquad 39)$$

Ist der mittlere Ausdehnungskoëffizient des Normaldrahtes $\alpha_0 = \frac{{}_T^tL_0}{t - T}$, der des untersuchten

$$\alpha = \frac{{}_T^tL}{t - T}, \text{ so hat man}$$

$${}_T^tL = x \cdot {}_T^tL_0 \text{ also } x = \frac{\alpha}{\alpha_0}.$$

Somit ist:

$$\alpha' = \frac{\alpha}{\alpha_0} \,.\, 0{,}0000103895 = 0{,}000010732$$

$$\alpha'' = \frac{\alpha}{\alpha_0} \,.\, 0{,}000000014135 = 0{,}000000014788,$$ weil nach Gleichung 38)

$${}_0^{10}\alpha_0 = 0{,}000010533$$ und nach Tabelle I

$${}_0^{10}\alpha = 0{,}000010881$$ ist.

§ 15. Die Konstanten q in der Gl. 37).

Nun ist für den untersuchten Draht:

$$q_1 = \frac{\alpha'}{\alpha''} = \frac{0{,}000010732}{0{,}000000014788} = 725{,}7237.$$

$$q_2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{r_2}{d_2\, r_1\, \alpha''} = \frac{1}{2} \cdot \frac{35{,}4}{536.2806.0{,}000000014788} = 795{,}8137$$

1) Mousson, Physik, § 460.

$$q_3 = \frac{11}{64} \cdot \frac{r_2}{d_2 r_1{}^3 \grave{\alpha}} = \frac{11}{64} \cdot \frac{35{,}4}{536.2806^3.0{,}000000014788}$$
$$= 0{,}000034744$$

$$q_4 = \frac{d_1 \alpha_1}{d_2 \grave{\alpha}} = \frac{430.0{,}000012}{536.0{,}000000014788} = 650{,}9917$$

$$q_5 = \left(\frac{\grave{\alpha}}{2\grave{\grave{\alpha}}}\right)^2 = 131668{,}73$$

$$q_6 = \frac{\grave{\alpha}}{2\grave{\grave{\alpha}}} = 362{,}8618$$

Endlich $\nu_1 = 0{,}51\,({}'\tau_1 - {}'\tau_0)$.

§ 16. Einfluss der Temperatur auf den Hebel.

Endlich ist noch eine mögliche Fehlerquelle des Apparates zu untersuchen. Durch das Dampfgefäss wird der über ihm stehende kürzere Hebelarm von Ablesung zu Ablesung eine Temperaturveränderung erfahren und dadurch die Zeigerstellung verändert. Es sei bei der Ablesung n die Temperatur w und die Winkelstellung des Hebels φ^0, dann wird bei der Temperatur w_1 des Hebels die Ablesung n_1 und die Winkelstellung φ_1^0 stattfinden und zwar infolge der Längenänderung des kürzeren Hebelarmes, während die Drahtlänge unverändert blieb. Dies führt zu der Relation:

$r_2\, \varphi = r_2\, [1 + \alpha_1\, (w_1 - w)]\, \varphi_1$ oder nach Einführung der Werte für φ und φ_1

$$n = n_1\, [1 + \alpha_1\, (w_1 - w)].$$

Diese Gleichung zeigt, dass der Unterschied zwischen der richtigen Ablesung n und der falschen n_1 selbst bei den grössten hier vorkommenden Werten von n_1, α_1, w_1 und w nicht 1/10 Skalentheil erreicht, somit die Beobachtung nicht fehlerhaft macht, weshalb diese Fehlerquelle gänzlich vernachlässiget werden wird.

§ 17. Das Thermometer im Dampfraume.

Dasselbe liess an Richtigkeit sehr viel zu wünschen übrig. Es wurde deshalb nach einem anderen sehr gut kalibrischem Thermometer, nachdem die Fundamentalpunkte dieses genau bestimmt worden waren, durch Beobachtung von 10° zu 10° und Interpolation unter Berücksichtigung des freiliegenden Teils des Quecksilberfadens etc. korrigiert. Wenn im Normalthermometer die Zahl N abgelesen wurde, so ergab sich die wahre Temperatur t desselben aus der Formel:
$$t = -0{,}13 + 1{,}0045\,N.$$

§ 18. Verwendung der Ablesungen a, b, c, zur Berechnung von A_1.

Zur Berechnung der elastischen Verlängerung in Skalenteilen haben wir in die Gl. 19) die beobachteten Werte a_n, b_n, c_n einzuführen. Zugleich ist aber auch darauf Bedacht zu nehmen, dass infolge etwaiger Temperaturänderung des Drahtes oder vertikalen Teils des Apparates oder beider zugleich die Ablesung nicht die Werte von A und A_0 genau liefert. Bezeichnen wir den beim Anspannen des Drahtes durch Temperaturerhöhung entstandenen Fehler der Ablesung mit p_1, den beim unmittelbar darauf folgenden Abspannen mit p_2, so hat man:

$$b - a = A_1 + A_2 + p_1 = A + p_1 \qquad 40)$$
$$c - b = -A'_1 + A'_2 + p_2 = A_0 + p_2 \qquad 41)$$

Also:
$$A = (b - a) - p_1 \qquad 42)$$
$$A_0 = (c - b) - p_2 \qquad 43)$$

und folglich:

$$A_1 = \frac{1}{n-1} \cdot \frac{1}{2} \sum_2^n [2\,b - (a + c) - (p_1 - p_2)] \qquad 44)$$

§ 19. Die Abkühlungsgeschwindigkeit des Dampfraumes.

I. Für das Wertverhältnis von p_1 und p_2 in Gl. 44) ist die Abkühlungsgeschwindigkeit des Dampfraumes zunächst massgebend. Ist nun t die Temperaturdifferenz desselben und der Luft zur Zeit x vom Momente an gerechnet, wo erstere T_0 ist, und K eine Konstante, so ist nach dem *Newton*'schen Abkühlungsgesetze:

$$-\frac{dt}{dx} = Kt \qquad 45)$$

Die Gleichung: $\int \frac{dt}{t} = -K \int dx$ liefert

$$t = T_0\, e^{-Kx} \qquad 46)$$

Zur Bestimmung der Konstanten K hat man:

$$K = \frac{\log t_1 - \log t_2}{(x_2 - x_1) \log e} \qquad 47)$$

Diese Ausdrücke sind bekanntlich nur bis zu Temperaturdifferenzen von etwa 50° C verwendbar. Es wurde ein Versuch, bei welchem die mittlere Temperatur der Luft 17,75° C betrug, angestellt. Für die Wertpaare:

I. $\begin{cases} t_1 = 27{,}35; & x_1 = 262{,}5 \\ t_2 = 10{,}19; & x_2 = 557{,}5 \end{cases}$ II. $\begin{cases} t_1 = 45{,}78; & x_1 = 115 \\ t_2 = 34{,}40; & x_2 = 194 \end{cases}$

ergab sich beziehungsweise:

$K_I = 0{,}003346$; $K_{II} = 0{,}003618$ und als Mittelwert $K = 0{,}0035$.

II. Wendet man für höhere Temperaturdifferenzen nach *Petit* und *Dulong* die Form:

$$t = T_0\, m^{\alpha x + \beta x^2} \qquad 48)$$

an, so erhält man, wenn $M = 0{,}43429$ (M. d. gem. Logar.-Systems) und $m = 10$ genommen wird:

$$\alpha = M \cdot \frac{x_2^2 \log \frac{t_1}{T_0} - x_1^2 \log \frac{t_2}{T_0}}{x_1 \, x_2 \, (x_2 - x_1)}$$

$$\beta = M \cdot \frac{x_2 \log \frac{t_1}{T_0} - x_1 \log \frac{t_2}{T_0}}{x_1 \, x_2 \, (x_1 - x_2)}$$

Nimmt man aus derselben Versuchsreihe wie bei I die Wertpaare:

$$\left. \begin{array}{ll} t_1 = 66{,}85 & x_1 = 29{,}15 \\ t_2 = 56{,}17 & x_2 = 60{,}12 \end{array} \right\} \text{III} \qquad \left. \begin{array}{ll} t_1 = 60{,}57 & x_1 = 52{,}00 \\ t_2 = 45{,}78 & x_2 = 115{,}00 \end{array} \right\} \text{IV}$$

so erhält man die Mittelwerte:

$$\alpha = -0{,}00285; \; \beta = 0{,}00000528.$$

§ 20. Beziehung der Werte p_1 und p_2.

I. Die Zeiten, welche zum An- und Abspannen gebraucht werden, können als gleich angesehen und ihre Grösse kann immer < 1 gemacht werden. Die Zeit des Anspannens betrage ξ, die während derselben vor sich gegangene Temperaturveränderung δ_1, die während des Abspannens δ_2. Wie schon erwähnt, muss man der Temperaturänderung des Drahtes den weitaus überwiegenden Einfluss auf die Grösse von p_1 und p_2 zuschreiben. Dies vorausgesetzt erhält man:

$$t = T_0 \, e^{-Kx}$$

$$t_1 = T_0 \, e^{-K(x+\xi)} \text{ ; daher}$$

$$\frac{t - t_1}{t_1} = e^{K\xi} - 1 \text{ und}$$

$$\delta_1 = t_1 (e^{K\xi} - 1); \text{ analog ist:}$$

$$\frac{t_2 - t_1}{t_1} = e^{-K\xi} - 1 \text{ somit}$$

$$\delta_2 = - t_1 (e^{-K\xi} - 1).$$

Da $e^{\pm K\xi} = 1 \pm K\xi + \frac{K}{2!}\xi^2 \pm \ldots\ldots$ ist und

beim 3. Gliede abgebrochen werden kann, so ist

$$\delta_1 = t_1 K\xi$$
$$\delta_2 = t_1 K\xi \text{ also } \delta_1 = \delta_2 \text{ und somit auch}$$
$$p_1 = p_2 \text{ für Temperaturen bis etwa } 50^0 \text{C.}$$

II. Für höhere Temperaturen hat man zur Zeit $x + \xi$ und $x + 2\xi$.

$$t_1 = T_0 m^{\alpha(x+\xi) + \beta(x+\xi)^2}$$

$$t_2 = T_0 m^{\alpha(x+2\xi) + \beta(x+2\xi)^2} \text{ und daraus}$$

$$t - t_1 = \delta_1 = t_1 \left[m^{-(\alpha\xi + 2\beta x\xi + \beta\xi^2)} - 1 \right]$$

$$t_2 - t_1 = - \delta_2 = t_1 \left[m^{\alpha\xi + 2\beta x\xi + 3\beta\xi^2} - 1 \right]$$

Eine Entwickelung nach der Maclaurin'schen Reihe nach Potenzen von ξ gibt, wenn man mit dem 2. Gliede abbricht:

$$m^{-(\alpha\xi + 2\beta x\xi + \beta\xi^2)} = 1 - (\alpha + 2\beta x)\, l(m) \cdot \xi + \ldots$$

$$m^{\alpha\xi + 2\beta x\xi + 3\beta\xi^2} = 1 + (\alpha + 2\beta x)\, l.(m) \cdot \xi + \ldots$$

somit:

$$\delta_1 = -t_1 (\alpha + 2\beta x)\, l.(m)\,.\,\xi$$

$\delta_2 = -t_1 (\alpha + 2\beta x)\, l.(m)\,.\,\xi$ also ist $\delta_1 = \delta_2$ und schliesslich $p_1 = p_2$ auch für höhere Temperaturdifferenzen.

§ 21. Elimination des Temperatureinflusses auf die Beobachtung.

Da gemäss § 20 für alle hier in Betracht kommende Beobachtungszeiten $p_1 - p_2 = 0$ gesetzt werden darf, so geht die Gl. 44) in

$$A_1 = \frac{1}{n-1} \sum_2^n \left[b - \frac{a+c}{2} \right] \qquad 48)$$

für die folgenden Versuche über. Wie aus ihr ersichtlich, wird die Beobachtung durch das in § 7 angegebene Versuchsverfahren von der Temperatur bei Messung der elastischen Dehnung unabhängig.

§ 22. Zahlenwert des Verhältnises von p_1 und p_2.

Im vorigen § wurde die in der Regel anwendbare Formel zur Ermittelung der elastischen Dehnung aufgestellt. Um ein Urteil zu bekommen, in wieweit für eine Versuchsreihe $p_1 - p_2 = 0$ als hinlänglich richtig genommen werden darf, ist es nicht überflüssig, das Zahlenverhältnis von δ_1 und δ_2 (§ 20) genau zu kennen.

I. Für Temperaturdifferenzen bis ungefähr 50^0 C ist dieses Verhältnis von der Zeit x unabhängig,

also für denselben Versuch konstant. Man erhält aus den Gleichungen des § 20 I

$$\delta_2 = \delta_1 \,.\, e^{-K\xi} \qquad 49)$$

Bei den später angeführten Versuchen entfällt auf die 10 An- und Abspannungen höchstens die Zeit von 4′, somit ist $\xi = 0{,}4'$. Ferner ist für die Mitteltemperatur der Luft von 17,75° C

$$e^{K\xi} = 2{,}71828^{0{,}0035.0{,}4} = 1{,}0014 \text{ somit}$$

$$\delta_2 = 0{,}99860\,\delta_1.$$

II. Für höhere Temperaturdifferenzen ist nach den Gleichungen des § 20 II:

$$\frac{\delta_2}{\delta_1} = \frac{1 - m^{\alpha\xi + 2\beta x\xi + \beta\xi^2} \,.\, m^{2\beta\xi^2}}{1 - m^{\alpha\xi + 2\beta x\xi + \beta\xi^2}} \,.\, m^{\alpha\xi + 2\beta x\xi + \beta\xi^2}.$$

Setzt man $u = m^{\alpha\xi + 2\beta x\xi + \beta\xi^2}$ so ergibt sich:

$$\delta_2 = \frac{1 - u \,.\, m^{2\beta\xi^2}}{1 - u} \,.\, u \,.\, \delta_1 \qquad 50)$$

Unter Benützung der Zahlen der im § 19 erwähnten Versuchsreihe erhält man:

$\alpha\xi = -\,0{,}001140$; $2\beta x\xi = 0{,}00004224$; $\beta\xi^2 = 0{,}00000084$;

$$m^{2\beta\xi} = 1{,}0000039;$$

sohin kann man $\delta_2 = u \,.\, \delta_1$ setzen. Der Wert von u ist von der Zeit x abhängig. Es wird für den in Rede stehenden Fall für $x = 10'$ das $\delta_2 = 0{,}99748\delta_1$. Für kleinere Werte von x muss sich u weiter von 1 entfernen. In der That wird für $x = 1'$ das $u = 0{,}99739$.

III. Die in I und II ermittelten Zahlenverhältnisse gelten strenge nur für die Lufttemperatur von 17,75° C. Die nachfolgenden Versuche wurden meist im Winter bei niederen Zimmertemperaturen — durchschnittlich 3 — 6° C — angestellt. Die auf der Skala sich aufzeichnenden Werte p_1 und p_2 sind jenen von δ_1 und δ_2 proportional. Die Gl. $p_1 - p_2 = 0$ verliert möglicherweise ihre bislang genügend strenge Giltigkeit zunächst bei höheren Temperaturdifferenzen. Aber auch hier sind die Abweichungen der von x abhängigen Werte u von einander so gering, dass man recht wohl einen Mittelwert benützen darf. Es sei dieser ν, so erhält man für 2n nacheinander folgende An- und Abspannungen:

$$\begin{aligned} {}'p_2 &= \nu\ {}'p_1 \\ {}''p_2 &= \nu\ {}''p_1 \\ {}'''p_2 &= \nu\ {}'''p_1 \\ &\cdots \\ &\cdots \\ \hline \sum_1^{2n} p_2 &= \nu \sum_1^{2n} p_1 \end{aligned} \qquad 51)$$

$$\text{worin } \nu = \frac{\delta_2}{\delta_1}.$$

§. 23. Die elastische Nachwirkung während der An- und Abspannungen.

Nach Gl. 13) ist:

$$\sum_1^n (A_2 + A'_2) = \sum_1^n A + \sum_1^n A_0, \text{ sohin zufolge}$$

Gl. 42) und 43)

$$\sum_1^n (A_2 + A'_2) = \sum_1^n [(c - a) - (p_1 + p_2)]; \text{ und da}$$

gewöhnlich $p_1 + p_2 = 2p$ gesetzt werden kann:

$\sum_1^n (A_2 + A'_2) = \sum_1^n (c - a) - \sum_1^n (2p)$, welcher Ausdruck in Rücksicht auf Gl. 27) in

$$\sum_1^n (A_2 + A'_2) = \sum_1^n (c - a) - 2 \frac{r_1}{r_2} [k_1 (\tau_1 - \tau_0) + k_2 (t - T)]$$

übergeht. 52)

Für die gegenwärtigen Versuche ergibt sich:

$$\sum_1^5 A' = \sum_1^5 (A_2 + A'_2) = \sum_1^5 (c-a) - [0,82(\tau_1 - \tau_0) + 1,01 (t - T)] \quad 53)$$

§ 24. Berücksichtigung des Gliedes: $\frac{1}{n-m} \sum_{m+1}^n \frac{A_2 - A_2'}{2}$ in Gl. 18).

Kann dieses Glied nicht vernachlässiget werden, so dürfte sich eine Korrektur auf folgende Art ergeben:

Es ist: $\sum_{m+1}^n A_2 + \sum_{m+1}^n A'_2 = \sum_{m+1}^n (A + A_0)$ und

$\sum_{m+1}^n A'_2 = \mu \sum_{m+1}^n A_2$, worin μ eine eine erst zu ermittelnde Konstante ist. Daraus ergibt sich:

$$(1 + \mu) \sum_{m+1}^n A_2 = \sum_{m+1}^n (A + A_0) \text{ folglich}$$

$$\sum_{m+1}^n A_2 = \frac{1}{1 + \mu} \sum_{m+1}^n (A + A_0)$$

$$\sum_{m+1}^n A'_2 = \frac{\mu}{1 + \mu} \sum_{m+1}^n (A + A_0) \text{ und}$$

$$\sum_{m+1}^{n}(A_2 - A'_2) = \frac{1-\mu}{1+\mu}\sum_{m+1}^{n}(A + A_0)$$

wodurch Gl. 18) übergeht in:

$$A_1 = \frac{1}{n-m}\cdot\sum_{m+1}^{n}\frac{A - A_0}{2} - \frac{1}{n-m}\cdot\frac{1-\mu}{1+\mu}\sum_{m+1}^{n}\frac{A + A_0}{2} \tag{54}$$

§ 25. Bestimmung der Konstanten μ.

Nach § 24 ist $\mu = \dfrac{\sum\limits_{m+1}^{n} A'_2}{\sum\limits_{m+1}^{n} A_2}$ Die Versuche weisen darauf-hin, dass vom $(m+1)^{ten}$ zusammengehörigen An- und Abspannen an die elastischen Nachwirkungen während desselben sich kaum mehr unterscheiden lassen, so dass von da an alle A'_2, sowie alle A_2 entweder als gleich betrachtet, oder wenigstens Mittelwerte M_2 und M'_2 gebraucht werden können, deren Verhältnis $\frac{M'_2}{M_2} = \frac{A'_2}{A_2}$ genommen werden soll, wenn A'_2 und A_2 die elastische Nachwirkung während der ersten Ab- bezw. Anspannung bedeutet. Es ist eben nicht abzusehen, weshalb sich die elastischen Nachwirkungen bei den späteren An- und Abspannungen wesentlich anders zu einander verhalten sollen als bei der ersten, weshalb in Rücksicht darauf, dass es sich hier nur um eine Korrektur handelt, obige Annahmen erlaubt sein dürften. Darnach ist:

$$\mu = \frac{\sum\limits_{m+1}^{n} A_2'}{\sum\limits_{m+1}^{n} A_2} = \frac{(n-1)M'_2}{(n-1)M_2} = \frac{A_2'}{A_2}.$$

Daraus erhalten wir gemäss Gl. 5) und 7)

$$\mu = \frac{A_0 + A'_1}{A - A_1} = \frac{(c_1 - b_1) - p_2 + A'_1}{(b_1 - a_1) - p_1 - A_1} \qquad 55)$$

Wir nehmen auch hier $A_1 = A'_1$ und können nach den Ergebnissen der Versuche näherungsweise für den Wert dieser Grösse das arithmetische Mittel aus den Beobachtungen der letzten An- und Abspannung einer Gruppe nehmen. Dies gibt:

$$\mu = \frac{(c_1 - b_1) - p_2 + \left(b_n - \frac{a_n + c_n}{2}\right)}{(b_1 - a_1) - p_1 - \left(b_n - \frac{a_n + c_n}{2}\right)}$$

Dabei ist $p_2 = \nu p_1$, wo ν nach § 22 oder durch eine direkte Ablesung während einer Abkühlung des Dampfmantels und unter gleichzeitiger Beobachtung der Zeit näherungsweise zu bestimmen wäre. Auf letztere Art ergab sich für die allererste Zeit der Abkühlung bei niederer Lufttemperatur $\nu = 0{,}92$. Nimmt man, was bei den hier in Betracht kommenden kleinen Zeiträumen gestattet ist, auf die Temperaturänderung des vertikalen Teils des Apparates keine Rücksicht, so ist:

$$p_1 = \frac{1}{10} \cdot 2 \frac{r_1}{r_2} \cdot k_2 (t - T) = 0{,}102 \, (t - T) \qquad 56)$$

$$p_2 = 0{,}92 \cdot 0{,}102 \, (t - T) = 0{,}094 \, (t - T) \qquad 57)$$

§ 26. Anwendung der Formel 54).

Es ist:

$$\sum_{m+1}^{n} (A - A_0) = \sum_{m+1}^{n} [2b - (a + c)] - \sum_{m+1}^{n} (p_1 - p_2)$$

$$\sum_{m+1}^{n} (A + A_0) = \sum_{m+1}^{n} (c - a) - \sum_{m+1}^{n} (p_1 + p_2)$$

Nun ist $\sum_{m+1}^{n} (p_1 + p_2) = S$, und es kann S aus der beobachteten Temperaturdifferenz des Drahtes berechnet, somit als bekannt angesehen werden. Ferner haben wir:

$$\sum_{1+m}^{n} p_2 = \nu \cdot \sum_{m+1}^{n} p_1 \text{ also:}$$

$$\sum_{m+1}^{n} (p_1 - p_2) = \frac{1-\nu}{1+\nu} \sum_{m+1}^{n} (p_1 + p_2) \qquad 58)$$

Die Gl. 54 verwandelt sich somit in:

$$A_1 = \frac{1}{2(n-m)} \left\{ \sum_{m+1}^{n} [2b-(a+c)] - \frac{1-\nu}{1+\nu} \sum_{m+1}^{n} (p_1+p_2) \right\} -$$

$$\frac{1}{2(n-m)} \cdot \frac{1-\mu}{1+\mu} \cdot \left\{ \sum_{m+1}^{n} (c-a) - \sum_{m+1}^{n} (p_1 + p_2) \right\} \qquad 59)$$

$$S = 2 \cdot \frac{r_1}{r_2} [k_1 (\tau_1 - \tau_0) + k_2 (t - T)] \cdot \frac{n-1}{n} \qquad 60)$$

Für unsere Versuche würde:

$$S = \sum_{2}^{5} (p_1 + p_2) = \frac{4}{5} \cdot [0{,}82 (\tau_1 - \tau_0) + 1{,}02 (t - T)] =$$

$$0{,}7 (\tau_1 - \tau_0) + 0{,}8 (t - T). \qquad 61)$$

Wegen der Kleinheit von $\tau_1 - \tau_0$ für kleine Zeiträume kann das erste Glied in Gl. 61) gewöhnlich vernachlässiget werden und man erhält zur Anwendung auf unsere Versuche:

$$A_1 = \frac{1}{4} \sum_{2}^{5} \left[b - \frac{a+c}{2} \right] - \frac{1-\nu}{1+\nu} \cdot 0{,}1 (t - T) -$$

$$\frac{1}{4} \cdot \frac{1-\mu}{1+\mu} \left\{ \frac{1}{2} \cdot \sum_{2}^{5} (c-a) - 0{,}4 (t - T) \right\} \qquad 62)$$

Da $\frac{1-\nu}{1+\nu} = 0{,}04$, so kann das 1. Korrektionsglied immer weggelassen werden. Auch bei dem zweiten hat sich herausgestellt, dass es nur bei der Siedetemperatur, wo die elastische Nachwirkung noch beträchtlich ist, einen Einfluss auf die Beobachtung übt; hiefür ist aber $t - T = 0$ also:

$$A_1 = \frac{1}{4} \cdot \sum_2^5 \left[b - \frac{a+c}{2}\right] - \frac{1}{4} \cdot \frac{1-\mu}{1-\mu} \cdot \frac{1}{2} \sum_2^5 (c-a). \quad 63)$$

Nach Formel 63) wurde nur die Versuchsreihe bei der Siedetemperatur rechnerisch behandelt. Ist $\mu = \nu = 1$ so erhält man wieder:

$$A_1 = \frac{1}{4} \cdot \sum_2^5 \left[b - \frac{a+c}{2}\right] \quad 64)$$

welche Formel für alle, ausser der eben erwähnten Versuchsreihe, verwertet worden ist.

§ 27. Berechnung der wirklichen elastischen Dehnung.

Zur Berechnung der wirklichen elastischen Dehnung l in Skalenteilen ist die Gleichung 23) anzuwenden. Da es sich hier jedoch um sehr kleine Differenzen handelt, so ist es nicht gleichgiltig, an welcher Stelle der Skala die Differenz $n_1 - n_0 = A_1$ abgelesen wird, d. h. es ist das Glied $\frac{11}{2} \cdot \frac{n_1^3 - n_0^3}{(4r_1)^3}$ in die Rechnung aufzunehmen. Für $n_1 - n_0$ ist der Wert aus Gl. 48) resp. 63) zu entnehmen; dagegen ist für n_0, da dieses sich wegen der Temperaturänderung und der elastischen Nachwirkung von Versuch zu Versuch ändert, ein Mittelwert $m_0 = \frac{a_2 + c_n}{2}$ zu setzen. Dann wird $n_1 = m_0 + A_1$, somit

$$l = 2r_2 \left[\frac{A_1}{4r_1} - \frac{11}{2} \cdot \frac{3m_0A_1(m_0 + A_1) + A_1^3}{(4r_1)^3}\right] \quad 65)$$

§ 28. Versuche.

Nachdem nun der Apparat mit, wie ich glaube, genügender Gründlichkeit untersucht ist, kann zu den Versuchen geschritten werden. Ehe dies jedoch geschieht, sind noch zwei Vorfragen experimentell zu erledigen. Erstens ist zu bestätigen, dass die elastische Dehnung von ihrer Entstehungszeit als unabhängig betrachtet werden kann, und zweitens ist zu untersuchen, ob jene, wie für die Dehnung mit Einschluss der elastischen Nachwirkung angenommen wird, der Grösse der spannenden Kraft proportional ist.

§ 29. Unabhängigkeit der elastischen Dehnung von der Zeit.

In der Tabelle II ist jede Versuchsgruppe mit einer römischen Ziffer, die einzelne Beobachtungsreihe mit einer arabischen Ziffer fortlaufend bezeichnet. Kolumne 1 enthält die zur Ausführung einer Versuchsgruppe nötige Zeit in Minuten ('); Kolumne 2 die vollständig korregierte Temperaturablesung des Drahtes; Kolumne 3 die Temperatur der Luft. Ferner enthält: Kolumne 4 die Skalenablesung a — stets von der m. St. an – bei der Belastung 0; Kolumne 5 und 6 die Skalenablesungen b und c bei den Belastungen P und 0; die Kolumnen 7, 8, 9 die am Kopfe bezeichneten Differenzen, Kolumne 10 den korregierten Mittelwert der elastischen Dehnung in Skalenteilen, berechnet nach Formel 48) und endlich Kolumne 11 die Summe der elastischen Nachwirkung während des Versuches, wegen des Temperatureinflusses berechnet nach Formel 53). Zwischen den einzelnen Versuchsgruppen verstrich so viel Zeit — etwa 20' — dass der Hauptteil der e. N. verschwunden war.

Tabelle II.

Gruppe	Nummer	Zeit (′) 1	Temperatur des Drahtes 2	Temperatur d. Luft 3	Skalenteil a 4	Skalenteil b 5	Skalenteil c 6	b — a 7	b — c 8	c — a 9	A_1 10	$\sum_1^5 A'$ 11	Datum des Versuches und Bemerkungen
I	1		9,75	10,8	— 3,0	141,7	— 1,6	144,7	143,3	1,4			23/11 81.
	2				— 1,6	142,0	— 1,4	143,6	143,4	0,2		1,73	Zeit des An- und Abspannens gleich.
	3	4,50	9,76		— 1,4	142,1	— 1,3	143,5	143,4	0,1	143,425		
	4				— 1,3	142,1	— 1,3	143,4	143,4	0,0			
	5		9,77	10,9	— 1,3	142,1	— 1,2	143,4	143,3	0,1			
							Mittel:	143,72	143,36	1,8			
II	1		9,82	10,9	— 1,9	142,2	— 1,1	144,1	143,3	0,8			23/11 81.
	2				— 1,1	142,4	— 1,0	143,5	143,4	0,1		0,82	
	3	17,08	9,86		— 1,0	142,7	— 1,0	143,7	143,7	0,0	143,687		Zeit des An- und Abspannens gleich.
	4				— 1,0	142,8	— 1,0	143,8	143,8	0,0			
	5		9,90	10,9	— 1,0	142,8	— 1,0	143,8	143,8	0,0			
							Mittel:	143,78	143,60	0,9			

Gruppe	Nummer	Zeit (′) 1	Temperatur des Drahtes 2	Temperatur d. Luft 3	Skalenteil a 4	Skalenteil b 5	Skalenteil c 6	b — a 7	b — c 8	c — a 9	A_1 10	$\sum_1^5 A'$ 11	Datum des Versuches und Bemerkungen
III	1		9,96	11,0	— 1,3	143,0	— 0,8	144,3	143,7	0,6			23/11 81.
	2				— 0,8	143,0	— 0,7	143,7	143,7	0,0		0,85	
	3	13,50	9,98		— 0,7	143,0	— 0,6	143,7	143,6	0,1	143,675		Zeit des An- und Abspannens verschieden
	4				— 0,6	143,1	— 0,6	143,7	143,7	0,0			
	5		10,01	11,0	— 0,6	143,1	— 0,4	143,7	143,5	0,2			
							Mittel:	143,82	143,64	0,9			
IV	1		10,64	11,0	— 1,2	143,0	— 0,7	144,2	143,7	0,5			23/11 81.
	2				— 0,7	143,0	— 0,7	143,7	143,7	0,0		0,54	
	3	3,25	10,37		— 0,7	143,0	— 0,7	143,7	143,7	0,0	143,662		Die Zeit beim An- u. Abspannen gleich.
	4				— 0,7	143,0	— 0,6	143,7	143,6	0,1			
	5		10,10	11,0	— 0,6	143,0	— 0,6	143,6	143,6	0,0			
							Mittel:	143,78	143,66	0,6			

Die Zahlen der Kolumne 10 zeigen, dass die elastische Dehnung von der Zeit, während welcher sie entstanden ist, nicht abhängt. Die Gruppen II, III, IV enthalten mit hinlänglicher Genauigkeit übereinstimmende Werte von A_1, indes der Wert von A_1 in I nur um 0,187 von dem arith. Mittel abweicht, obwohl der Ablesungsfehler auf 0,1 geschätzt werden muss. Aber selbst das Bedenken bezüglich dieser Abweichung schwindet, wenn man erwägt, dass die Werte A_1 der Gruppen II—IV incl. trotz der vershiedenen Zeiten gleich, und die der Gruppen I und IV verschieden sind, obwohl die Zeiten nahehin gleich. Die kleine Differenz wird eher auf Rechnung der Verschiedenheit der e. N. zu setzen sein.

§ 30. Das Proportionalitätsgesetz der elastischen Dehnung.

Bekanntlich wird nach den bisherigen Erfahrungen angenommen, dass innerhalb der sog. Elastizitätsgrenze die Dehnung einschliesslich der Nachwirkung der spannenden Kraft proportional sei. Es lässt sich dies wegen der Unabhängigkeit von der Zeit noch in höherem Grade von der elastischen Dehnung vermuten. Ich habe mit zwei Eisendrahtexemplaren von gleicher chemischer Beschaffenheit und Länge, sowie gleichem Querschnitte bei verschiedenen spannenden Kräften und jeweils gleichen Temperaturen Versuche angestellt. Für die Belastungen war der gleiche Hebelarm gewählt, dagegen wurden die Gewichte mittelst der Wage genau bestimmt, da die Messung der Hebelarme für diesen Zweck nicht die nötige Zuverlässigkeit geboten hätte. Die Versuchsresultate folgen in Tabelle III, deren Anlage mit jener II bis auf zwei Kolumnen übereinstimmt. In den Versuchsgruppen I und II und jenen III bis VII ist der Draht je der gleiche. Das an den Hebelarm angebrachte Gewicht bei I, V, VII war 1199,200 gr., bei II, III, IV und VI dagegen 626,178 gr.

Da das Verhältnis der Belastungen

626,178 : 1199,200 = 0,5221 ist, so soll das Verhältniss der „elastischen Dehnungen“, die erwähnte Proportionalität vorausgesetzt, bei gleichen Temperaturen und wenigstens demselben Drahtindividuum das gleiche sein. Nun ergibt sich aus:

I und II 1) 77,062 : 146,875 = 0,52468
(III und IV) und V 2) 77,074 : 146,675 = 0,52547
VI und VII 3) 76,087 : 145,650 = 0,52240.

Diese Zahlen dürften zu dem Schlusse berechtigen: dass auch die „elastische Dehnung“ bei gleicher Temperatur und sonst gleichen Umständen der spannenden Kraft proportional ist.

(Siehe Tabelle III pag., 421.).

§ 31. Hauptversuche.

Nachfolgend sind die Versuchsergebnisse, welche an einem Eisendrahtindividuum vorgenommen worden sind, tabellarisch zusammengestellt. Die Zahlen der Kolumne 9 sind nach Formel 48), die der Kolumne 10 nach 53) berechnet worden. Die Anlage der Tabellen ist der der vorhergehenden ähnlich. Um einen Einblick in den Vorgang bei den Versuchen zu gestatten, halte ich es zweckmässig, wenigstens für diesmal sämtliche abgelesene Zahlen in die Tabellen aufzunehmen, was vielleicht in Zukunft unterbleiben könnte.

(Siehe Tabelle IV, pag. 424.)

Tabelle III.

Gruppe	Nummer	Temperatur des Drahtes 1	Skalenteil a 2	Skalenteil b 3	Skalenteil c 4	b — a 5	b — c 6	c — a 7	A_1 8	$\sum_1^5 A'$ 9	Datum d. Versuches und Bemerkungen.
I	1	0,0	11,9	163,0	15,8	151,1	147,2	3,9			12/5 81.
	2		15,8	163,3	16,8	147,5	147,0	0,5			
	3	0,0	16,3	163,4	16,7	147,1	146,7	0,4	146,875	5,0	
	4		16,7	163,6	16,8	146,9	146,8	0,1			
	5	0,0	16,8	163,6	16,9	146,8	146,7	0,1			
					Mittel:	147,88	146,88	5,0			
II	1	0,0	15,6	93,2	16,1	77,6	77,1	0,5			12/5 81.
	2		16,1	93,3	16,2	77,2	77,1	0,1			
	3	0,0	16,2	93,3	16,3	77,1	77,0	0,1	77,062	0,8	
	4		16,3	93,3	16,3	77,0	77,0	0,0			
	5	0,0	16,3	93,4	16,4	77,1	77,0	0,1			
					Mittel:	77,20	77,04	0,8			

Gruppe	Nummer	Temperatur des Drahtes.	Skalenteil a	Skalenteil b	Skalenteil c	b — a	b — c	c — a	A_1	$\sum_1^5 A'$	Datum des Versuches und Bemerkungen.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
III	1	0,0	0,4	78,1	1,0	77,7	77,1	0,6			
	2		1,0	78,2	1,1	77,2	77,1	0,1			
	3	0,0	1,1	78,2	1,1	77,1	77,1	0,0	77,112	0,7	?
	4		1,1	78,2	1,1	77,1	77,1	0,0			
	5	0,0	1,1	78,2	1,1	77,1	77,1	0,0			
					Mittel:	77,24	77,10	0,7			III und IV wurden an einem Tage hintereinander ausgeführt.
IV	1	0,0	0,3	78,0	1,0	77,7	77,0	0,7			
	2		1,0	78,0	1,0	77,0	77,0	0,0			
	3	0,0	1,0	78,0	1,0	77,0	77,0	0,0	77,037	0,8	?
	4		1,0	78,1	1,0	77,1	77,0	0,1			
	5	0,0	1,1	78,1	1,0	77,0	77,0	0,0			
					Mittel:	77,16	77,00	0,8			

V	1	0,0	2,0	149,3	2,5	147,3	146,8	0,5			18/5. 81
	2		2,5	149,3	3,0	147,0	146,3	0,5			
	3	0,0	3,0	149,6	3,0	146,6	146,6	0,0	146,675	1,1	
	4		3,0	149,7	3,0	146,7	146,7	0,0			
	5	0,0	3,0	149,9	3,1	146,9	146,8	0,1			
					Mittel:	146,90	146,64	1,1			
VI	1	18,81	31,0	108,4	32,3	77,4	76,1	1,3			
	2		32,3	108,4	32,3	76,1	76,1	0,0			
	3	18,81	32,3	108,5	32,4	76,2	76,1	0,1	76,087	1,6	?
	4		32,4	108,6	32,7	76,2	75,9	0,3			
	5	18,81	32,7	108,7	32,6	76,0	76,1	—0,1			
					Mittel:	76,38	76,06	1,6			VI und VII wurden an einem Tage hintereineinander ausgeführt.
VII	1	18,81	32,0	178,7	33,1	146,7	145,6	1,1			
	2		33,1	179,0	33,3	145,9	145,7	0,2			
	3	18,81	33,2	179,0	33,4	145,8	145,6	0,2	145,650	1,7	?
	4		33,4	179,1	33,7	145,7	145,4	0,3			
	5	18,81	33,7	179,2	33,6	145,5	145,6	—0,1			
					Mittel:	145,72	145,58	1,7			

Tabelle IV.

Da die Temperatur des Drahtes konstant erhalten werden konnte, so wurde sie am Thermometer abgelesen und korrigiert.

Gruppe	Nummer	Tempera-tur des Drahtes 1	Tempera-tur d. Luft 2	a 3	b 4	c 5	b — a 6	b — c 7	c — a 8	A_1 9	$\Sigma A'$ 10	Datum des Versuches und Bemerkungen.
I	1	0,00	16,26	2,0	149,3	2,5	147,3	146,8	0,5			18/5. 81.
	2			2,5	149,3	3,0	147,0	146,3	0,5			
	3	0,00		3,0	149,6	3,0	146,6	146,6	0,0	146,675	1,1	
	4			3,0	149,7	3,0	146,7	146,7	0,0			
	5	0,00	16,26	3,0	149,9	3,1	146,9	146,8	0,1			
						Mittel:	146,90	146,64	1,1			
II	1	18,09	18,36	26,7	173,9	28,8	147,2	145,1	2,1			20/5. 81.
	2			28,4	174,7	29,1	146,3	145,6	0,7			
	3			29,1	174,9	29,3	145,8	145,6	0,2			
	4	18,13		29,3	175,0	29,6	145,7	145,4	0,3	145,380	2,8	
	5			29,6	175,0	29,7	145,4	145,3	0,1			

	6			29,7	175,1	29,8	145,4	145,3	0,1			
	7	18,18	19,16	29,8	175,1	29,8	145,3	145,3	0,0			
				Mittel:			145,87	145,37	3,5			
III	1	18,81	19,06	32,0	178,1	33,1	146,7	145,6	1,1			21/5 81.
	2			33,1	179,0	33,3	145,9	145,7	0,2			
	3	18,81		33,2	179,0	33,4	145,8	145,6	0,2	145,650	1,6	
	4			33,4	179,1	33,7	145,7	145,4	0,3			
	5	18,81	19,16	33,7	179,2	33,6	145,5	145,6	—0,1			
				Mittel:			145,92	145,58	1,7			
IV	1	33,71	19,26	49,0	197,0	50,2	148,0	146,8	1,2			21/5 81.
	2			50,2	197,0	50,5	146,8	146,5	0,3			
	3	33,91		50,5	197,2	50,6	146,7	146,6	0,1	146,750	1,3	
	4			50,6	197,6	50,8	147,0	146,8	0,2			
	5	34,12	19,56	50,8	197,7	51,0	146,9	146,7	0,2			
				Mittel:			147,08	146,68	2,0			

Gruppe	Nummer	Temperatur des Drahtes	Temperatur d. Luft	a	b	c	b — a	b — c	c — a	A_1	$\frac{1}{n}\Sigma\Delta'$	Datum des Versuches und Bemerkungen.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
V	1	22,97	18,96	36,2	182,7	37,1	146,5	145,6	0,9			21/5 81.
	2			37,1	182,9	37,1	145,8	145,8	0,0			
	3	22,75		37,1	183,0	37,2	145,9	145,8	0,1	145,787	1,5	
	4			37,2	183,0	37,2	145,8	145,8	0,0			
	5	22,43	18,96	37,2	182,9	37,2	145,7	145,7	0,0			
						Mittel:	145,94	145,74	1,0			
VI	1	8,19	16,26	17,8	164,3	19,0	146,5	145,3	1,2			23/5 81.
	2			19,0	164,3	19,0	145,3	145,3	0,0			
	3			19,0	164,6	19,0	145,6	145,6	0,0	145,560	1,1	
	4	8,22		19,0	164,6	19,1	145,6	145,5	0,1			
	5			19,1	164,7	19,0	145,6	145,7	−0,1			
	6	8,24	16,36	19,0	164,7	19,0	145,7	145,7	0,0			
						Mittel:	145,71	145,51	1,2			

VII	1	8,30	16,36	18,5	164,6	19,1	146,1	145,5	0,6			23/5 81.
	2			19,1	164,7	19,1	145,6	145,6	0,0			
	3	8,31		19,1	164,8	19,2	145,7	145,6	0,1	145,625	0,78	
	4			19,2	164,8	19,2	145,6	145,6	0,0			
	5	8,32	16,36	19,2	164,9	19,3	145,7	145,6	0,1			
						Mittel:	145,74	145,58	0,8			
VIII	1	13,70	15,86	24,8	170,3	25,6	145,5	144,7	0,8			23/5 81.
	2			25,6	170,6	25,3	145,0	145,3	−0,3			
	3			25,3	170,7	25,7	145,4	145,0	0,4			
	4			25,7	170,9	25,7	145,0	145,2	0,0	145,064	0,29	
	5	13,72		25,7	170,7	25,7	145,0	145,0	0,0			
	6			25,7	170,7	25,7	145,0	145,0	0,0			
	7			25,8	170,8	25,8	145,0	145,0	0,0			
	8	13,74	16,56	25,9	170,8	25,9	144,9	144,9	0,0			
						Mittel:	145,23	145,02	0,9			

Gruppe	Nummer	Tempera-tur des Drahtes 1	Tempera-tur d. Luft 2	a 3	b 4	c 5	b — a 6	b — c 7	c — a 8	A_1 9	$A_1 - A'$ 10	Datum des Versuches und Bemerkungen.
IX	1	98,54	19,56	121,9	273,1	124,4	151,2	148,7	2,5			25/5 81.
	2			124,4	274,1	125,0	149,7	149,1	0,6			
	3			125,0	274,5	125,3	149,5	149,2	0,3			
	4	98,54		125,3	274,8	125,6	149,5	149,2	0,3	149,340	4,02	
	5			125,6	275,0	125,7	149,4	149,3	0,1			
	6	98,54	19,66	125,7	275,1	126,0	149,4	149,1	0,3			
						Mittel:	149,78	149,10	4,1			

Die in der Spalte 1 der Tabelle IV bei jeder Gruppe in der Mitte stehende Zahl gibt die mittlere Temperatur des Drahtes in der jeweiligen Versuchsgruppe an. Sie ist das arithmetische Mittel der am Anfange und Ende der Gruppe geschehenen Thermometerablesung. Die zweite Dezimale dieser Ablesungen in Spalte 1 und jene in 2 ergab sich in Folge der vorgenommenen Korrekturen. (Weiters siehe Seite 434.)

Tabelle V.

Der Dampfmantel wurde bis zum Siedepunkt erwärmt, 30′ auf dieser Temperatur erhalten und dann wurden bei stets sinkender Temperatur die Beobachtungen gemacht.

Gruppe	Nummer	Tempera-tur des Drahtes 1	Tempera-tur d. Luft 2	a 3	b 4	c 5	b − a 6	b − c 7	c − a 8	A_1 9	$-\lambda_a A'$ 10	Datum des Versuches und Bemerkungen.
Ia	1	98,54	26,3	126,3	276,1	129,0	149,8	147,1	2,7			1/6 81.
	2			129,0	277,0	129,3	148,0	147,7	0,3			
	3	98,54		129,3	277,0	129,6	147,7	147,4	0,3	147.960	3,70	
	4			129,6	277,3	129,8	147,7	147,5	0,2			
	5			129,8	278,7	130,0	147,9	147,7	0,2			
	6	98,54	26,3	130,0	278,0	130,0	148,0	148,0	0,0			
					Mittel:		148,18	147,57	3,7			
Ib	1	98,54	28,0	130,0	277,0	130,0	149,2	147,0	2,2			1/6 81.
	2			130,0	277,5	130,0	147,5	147,5	0,0			
	3			130,0	277,8	130,0	147,8	147,8	0,0			
	4	98,54		130,0	277,8	130,0	147,8	147,8	0,0	148,040	2,2	

Gruppe	Nummer	Tempera-tur des Drahtes 1	Tempera-tur d. Luft 2	a 3	b 4	c 5	b — a 6	b — c 7	c — a 8	A_1 9	$\frac{1}{n}\Sigma A'$ 10	Datum des Versuches und Bemerkungen.
Ib	5			130,0	278,0	130,0	148,0	148,0	0,0			
	6	98,54	28,0	130,0	278,0	130,0	148,0	148,0	0,0			
				Mittel:			148,05	147,68	2,2			
II	1	89,21		113,6	261,8	114,9	148,2	146,9	1,3			1/6 81.
	2			114,9	262,0	114,9	147,1	147,1	0,0			
	3	88,93	25,9	114,9	261,9	115,0	147,0	146,9	0,1	146,987	1,75	
	4			115,0	261,8	114,9	146,8	146,9	−0,1			
	5	88,66		114,9	261,9	114,8	147,0	147,1	−0,1			
				Mittel:			147,22	146,98	1,2			
III	1	78,87		101,3	248,9	102,3	147,6	146,6	1,0			1/6 81.
	2			102,3	248,8	102,3	146,5	146,5	0,0			
	3	78,57	23,0	102,3	248,8	102,3	146,5	146,5	0,0	146,512	1,29	
	4			102,3	248,7	102,3	146,4	146,4	0,0			
	5	78,28		102,3	248,8	102,0	146,5	146,8	−0,3			
				Mittel:			146,70	146,56	0,7			

IV	1	69,21		89,8	236,4	90,7	146,6	145,7	0,9			1/6 81.
	2			90,7	236,8	91,0	146,1	145,8	0,3			
	3	68,96	21,8	91,0	236,7	90,8	145,7	145,9	−0,2	145,862	1,49	
	4			90,8	236,7	90,9	145,9	145,8	0,1			
	5	68,72		90,9	236,7	90,8	145,8	145,9	−0,1			
						Mittel:	146,02	145,82	1,0			
V	1	59,31		79,1	225,7	80,0	146,6	145,7	0,9			1/6 81.
	2			80,0	225,7	80,2	145,7	145,5	0,2			
	3	59,09	21,3	80,2	225,8	80,2	145,6	145,6	0,0	145,512	1,64	
	4			80,2	225,7	80,3	145,5	145,4	0,1			
	5	58,87		80,3	225,7	80,3	145,4	145,4	0,0			
						Mittel:	145,76	145,52	1,2			
VI	1	49,31		69,1	215,0	70,1	145,9	144,9	1,0			1/6 81.
	2			70,1	215,0	70,1	144,9	144,9	0,0			
	3	49,19	21,0	70,1	215,0	70,1	144,9	144,9	0,0	144,900	1,32	
	4			70,1	215,0	70,1	144,9	144,9	0,0			
	5	49,08		70,1	215,0	70,1	144,9	144,9	0,0			
						Mittel:	145,10	144,90	1,0			

Gruppe	Nummer	Temperatur des Drahtes. 1	Temperatur d. Luft 2	a 3	b 4	c 5	b — a 6	b — c 7	c — a 8	A_1 9	$\sum_1^n A'$ 10	Datum des Versuches und Bemerkungen.
VII	1	40,71		60,1	205,1	61,1	145,0	144,0	1,0			1/6 81.
	2			61,1	205,4	61,1	144,3	144,3	0,0			
	3	40,61	19,9	61,1	205,6	61,1	144,5	144,5	0,0	144,462	1,50	
	4			61,1	205,7	61,2	144,6	144,5	0,1			
	5	40,51		61,1	205,7	61,3	144,6	144,4	0,2			
						Mittel:	144,56	144,34	1,3			
VIII	1	34.78		55,0	199,8	55,9	144,8	143,9	0,9			1/6 81.
	2			55,9	200,0	56,0	144,1	144,0	0,1			
	3	34,68	19,2	56,0	200,1	56,1	144,1	144,0	0,1	144,012	1,39	
	4			56,1	200,0	56,1	143,9	143,9	0,0			
	5	34,59		56.1	200,2	56,2	144,1	144,0	0,1			
						Mittel:	144,20	143,96	1,2			

IX	1	22,73		43,0	187,5	44,0	144,5	143,5	1,0			2/6 81.
	2			44,0	187,7	44,2	143,7	143,5	0,2			
	3	22,70	18,7	44,2	187,9	44,3	143,7	143,6	0,1	143,662	1,36	
	4			44,3	188,0	44,3	143,7	143,7	0,0			
	5	22,67		44,4	188,1	44,4	143,7	143,7	0,0			
						Mittel:	143,86	143,60	1,3			
X	1	11,35		33,1	176,4	34,5	143,3	141,9	1,4			2/6 81.
	2			34,5	176,8	34,8	142,3	142,0	0,3			
	3	11,38	20,1	34,8	176,9	34,9	142,1	142,0	0,1	142,162	1,84	Mit Wasser abgekühlt.
	4			34,9	177,1	34,9	142,2	142,2	0,0			
	5	11,41		34,9	177,2	35,0	142,3	142,2	0,1			
						Mittel:	142,44	142,06	1,9			
XI	1	7,69		33,0	177,8	34,1	144,8	143,7	1,1			3/6 81.
	2			34,1	178,1	34,2	144,0	143,9	0,1			
	3	7,78	20,9	34,2	178,1	34,2	143,9	143,9	0,0	143,925	1,12	
	4			34,2	178,2	34,3	144,0	143,9	0,1			Mit Wasser abgekühlt.
	5	7,87		34,3	178,2	34,3	143,9	143,9	0,0			
						Mittel:	144,12	143,86	1,3			

Gruppe	Nummer	Temperatur des Drahtes. 1	Temperatur d. Luft 2	a 3	b 4	c 5	b — a 6	b — c 7	c — a 8	A_1 9	$A' - \Sigma_n$ 10	Datum des Versuches und Bemerkungen.
XII	1	2,27		31,9	175,9	32,7	144,0	143,2	0,8			3/6 81.
	2			32,7	176,0	32,8	143,3	143,2	0,1			
	3	2,33	18,9	32,8	176,1	33,0	143,3	143,1	0,2	143,212	0,99	
	4			33,0	176,2	33,0	143,2	143,2	0,0			Mit Wasser abgekühlt.
	5	2,38		33,0	176,2	33,0	143,2	143,2	0,0			
						Mittel:	143,40	143,38	1,1			

Die in Spalte 8 unter dem Striche angegebene Zahl ist die Summe der darüberstehenden. Wo in Spalte 2 nur eine Zahl angeführt ist, ist diese ein Mittelwert aus zwei Beobachtungen auf je zwei in verschiedenen Höhen aufgehängten Thermometern. Der Wert von n in Spalte 10 ist aus der mit „Nummer" überschriebenen zu entnehmen. Diese Bemerkungen beziehen sich unter Berücksichtigung des auf Seite 435 Angegebenen auch auf alle folgenden Tabellen.

Tabelle VI.

Diese Tabelle gibt eine Uebersicht der Mittelwerte von Versuchen, welche an meist verschiedenen Tagen angestellt worden sind, chronologisch geordnet.

Gruppe	Nummer	Temperatur des Drahtes.	b — a	b — c	$\sum_1^n (c-a)$	A_1	$\sum_1^n A'$	Datum des Versuches.
I.	1 — 5	13,52	143,16	142,72	2,2	142,800	2,15	4/6 81.
II.	1 — 5	22,34	144,28	143,76	2,6	143,912	2,58	22/6 81.
III.	1 — 5	98,42	151,32	150,62	3,5	150,737	3,50	22/6 81.
IV.	1 — 5	59,31	148,00	147,60	1,2	147,750	2,14	22/6 81.
V.	1 — 5	30,45	145,94	145,68	1,3	145,875	1,37	23/6 81.
VI.	1 — 5	9,76	143,72	143,36	1,8	143,425	1,73	23/11 81.
VII.	1 — 5	0,53	144,12	143,58	2,7	143,687	2,48	8/2 82.
VIII.	1 — 5	— 0,87	144,04	143,70	1,7	143,762	1,70	12/2 82.

Die in der Mitte jeder Gruppe in Spalte 1 angegebene Temperatur ist von der nächsten Tabelle an nach Formel 37) berechnet.

Tabelle VII.

Von nun an wurde die Temperatur des vertikalen Teils des Apparates durch die in § 6 angegebene Vorrichtung besonders beobachtet. Der Dampfmantel war 1 Stunde mit dem Dampf des kochenden Wassers gefüllt, bevor die Beobachtung begann.

Gruppe	Nummer	Temperatur des Drahtes 1	Temperatur des Apparates 2	Temperatur d. Luft 3	a 4	b 5	c 6	b — a 7	b — c 8	c — a 9	A_1 10	$A' - \frac{\Sigma}{n}$ 11	Datum des Versuches und Bemerkungen.
I	1	98,61	6,30		109,2	260,5	110,7	151,3	149,8	1,5			12/2 82.
	2				110,7	260,9	110,9	150,2	150,0	0,2			
	3	98,61	6,51	4,75	110,9	261,0	111,1	150,1	149,9	0,2	149,966	2,0	
	4				111,1	261,1	111,2	150,0	149,9	0,1			
	5	98,61	6,70		111,2	261,2	111,2	150,0	150,0	0,0			
							Mittel:	150,32	149,92	2,0			
II	1	86,52	6,60		95,0	242,0	93,0	147,0	149,0	— 2,0			12/2 82.
	2				93,0	241,7	92,3	148,7	149,4	— 0,7			
	3	83,42	6,59	4,45	92,3	241,0	92,0	148,7	149,0	— 0,3	148,837	0,91	

	4				92,0	240,3	91,4	148,3	148,9	— 0,6			
	5	81,82	6,57		91,4	240,0	90,9	148,6	149,1	— 0,5			
							Mittel:	148,26	149,08	— 4,1			
III	1	76,70	6,50		83,8	232,6	84,0	148,8	148,6	0,2			12/2 82.
	2				84,0	232,2	83,5	148,2	148,7	— 0,5			
	3	74,84	6,50	4,30	83,5	231,7	83,1	148,2	148,6	0,4	148,325	1,84	
	4				83,1	231,2	82,8	148,1	148,4	— 0,3			
	5	73,49	6,50		82,8	230,8	82,4	148,0	148,4	— 0,4			
							Mittel:	148,26	148,54	— 0,6			
IV	1	66,42	6,25		74,0	222,0	74,1	148,0	147,9	0,1			12/2 82.
	2				74,1	221,8	73,8	147,7	148,0	— 0,3			
	3	65,02	6,24	4,35	73,1	221,3	73,4	147,5	147,9	— 0,4	147,733	1,50	
	4	64,06	6,23		73,4	220,9	73,1	147,5	147,8	— 0,3			
							Mittel:	147,67	147,90	— 0,9			

Gruppe	Nummer	Temperatur des Drahtes 1	Temperatur des Apparates 2	Temperatur d. Luft 3	a 4	b 5	c 6	b — a 7	b — c 8	c — a 9	A_1 10	$A_1 - A'$ 11	Datum des Versuches und Bemerkungen
V	1	55,59	6,00		63,6	211,0	63,9	147,4	147,1	0,3			12/2 82.
	2				63,9	210,8	63,7	146,9	147,1	— 0,2			
	3	54,11	5,96	4,45	63,7	210,3	63,2	146,6	147,1	— 0,5	146,900	1,46	
	4				63,2	210,0	63,0	146,8	147,0	— 0,2			
	5	53,25	5,93		63,0	209,7	62,7	146,7	147,0	— 0,3			
							Mittel:	146,88	147,06	— 0,9			
VI	1	48,64	5,83		56,8	202,8	57,0	147,0	146,8	0,2			12/2 82.
	2				57,0	202,4	56,9	146,4	146,5	— 0,1			
	3	47,45	5,81	4,5	56,9	202,2	56,7	146,3	146,5	— 0,2	146,425	1,09	
	4				56,7	202,9	56,3	146,2	146,6	— 0,4			
	5	46,77	5,80		56,3	202,6	56,0	146,3	146,6	— 0,3			
							Mittel:	146,44	146,60	— 0,8			

VII	1	39,57	5,60		47,9	194,1	48,1	146,2	146,0	0,2			12/2 82.
	2				48,1	194,1	48,2	146,0	145,9	0,1			
	3	39,04	5,59	4,5	48,2	194,0	48,0	145,8	146,0	— 0,2	145,862	0,92	
	4				48,0	193,7	47,9	145,7	145,8	— 0,1			
	5	38,16	5,58		47,9	193,5	47,4	145,6	146,1	— 0,5			
							Mittel:	145,86	145,96	0,5			
VIII	1	29,50	5,30		37,8	83,9	38,7	146,1	145,2	0,9			12/2 82.
	2				38,7	83,9	38,7	145,2	145,2	0,0			
	3	29,50	5,30	4,55	38,7	83,8	38,6	145,1	145,2	— 0,1	145,237	1,43	
	4				38,6	83,8	38,4	145,2	145,4	— 0,2			
	5	28,48	5,30		38,4	83,6	38,2	145,2	145,4	— 0,2			
							Mittel:	145,36	145,28	0,4			
IX	1	19,80	4,85		28,2	173,7	29,0	145,5	144,7	0,8			12/2 82.
	2				29,0	173,8	29,1	144,8	144,7	0,1			
	3	19,72	4,90	4,7	29,1	173,8	29,0	144,7	144,8	— 0,1	144,775	1,35	
	4				29,0	173,9	29,1	144,9	144,8	0,1			
	5	19,25	4,95		29,1	173,8	29,0	144,7	144,8	— 0,1			
							Mittel:	144,92	144,76	0,8			

Gruppe	Nummer	Temperatur der Drahtes	Temperatur des Apparates	Temperatur d. Luft	a	b	c	b — a	b — c	c — a	A_1	$\frac{1}{n}\Sigma A'$	Datum des Versuches und Bemerkungen
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
X	1	15,58	4,83		24,3	169,1	25,0	144,8	144,1	0,7			12/2 82.
	2				25,0	169,1	25,0	144,1	144,1	0,0			
	3	15,30	4,89	4,8	25,0	169,2	25,0	144,2	144.2	0,0	144,175	1,09	
	4				25,0	169,2	25,0	144,2	144,2	0,0			
	5	15,19	4,95		25,0	169,2	25,0	144,2	144,2	0,0			
							Mittel:	144,30	144,16	0,7			
XI	1	12,63	4,70		21,0	165,7	21,7	144,7	144,0	0,7			12/2 82.
	2				21,7	165,8	21,8	144,1	144.0	0,1			
	3	12,21	4,75	4,0	21,8	165,8	21,8	144,0	144,0	0,0	144,037	1,12	
	4				21,8	165,8	21,7	144.0	144.1	— 0,1			
	5	12,41	4,80		21,7	165,8	21,8	144,1	144,0	0,1			
							Mittel:	144,18	144,02	0,8			

XII	1	9,44	4,20		17,3	161,8	18,0	144,5	143,8	0,7			12/2 82.
	2				18.0	162,0	18,1	144,0	143,9	0,1			
	3	9,05	4,20	3,67	18,1	161,9	18,1	143,8	143,8	0,0	143,800	1,08	
	4				18,1	161,9	18,2	143,8	143,7	0,1			
	5	9,26	4,20		18,2	161,9	18,2	143,7	143,7	0,0			
							Mittel:	143,96	143,78	0,9			
XIII	1	6,33	3,10		13,7	157,9	14,2	144,2	143,7	0,5			12/2 82.
	2				14,2	158,0	14,4	143,8	143,6	0,2			
	3	6,21	3,15	3,67	14,4	158,0	14,6	143,6	143,4	0,2	143,475	1,23	
	4				14,6	158,0	14,7	143,4	143,3	0,1			
	5	6,20	3,20		14,7	158,1	14,8	143.4	143,3	0,1			
							Mittel:	143,68	143,46	1,1			
XVI	1	0,82	1,10		6,5	150,8	7,3	144,3	143,5	0,8			13/2 82 (morgens).
	2				7,3	150,9	7,7	143,6	143,2	0,4			
	3	0,83	1,25	1,50	7,7	151,0	7,7	143,3	143,3	0,0	143,312	1,27	
	4				7,7	151,0	7,7	143,3	143,3	0,0			
	5	0,85	1,40		7,7	151,0	7,8	143,3	143,2	0,1			
							Mittel:	143,56	143,30	1,3			

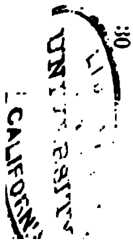


Tabelle VIII.

Wegen der noch vorhandenen Unregelmässigkeit — siehe § 32 — wurde die Temperatur des Drahtes wieder auf den Siedepunkt des Wassers gebracht, dort sodann ungefähr eine Stunde erhalten, worauf die Beobachtungen begannen.

Gruppe	Nummer	Temperatur des Drahtes 1	Temperatur des Apparates 2	Temperatur d. Luft 3	a 4	b 5	c 6	b — a 7	b — c 8	c — a 9	A_1 10	$-\Sigma_a A'$ 11	Datum des Versuches und Bemerkungen
I	1	98,33	8,10		105,9	257,8	108,0	151,9	149,8	2,1			19/2 82.
	2				108,0	258,0	108,1	150,0	149,9	0,1			
	3	98,33	8,33	7,2	108,1	258,5	108,4	150,4	150,1	0,3	149,949	3,10	
	4				108,4	258,6	108,8	150,2	149,8	0,4			
	5	98,33	8,55		108,8	258,9	109,0	150,1	149,9	0,2			
							Mittel:	150,52	149,70	3,1			
II	1	94,40	8,55		95,0	245,0	95,6	150,0	149,4	0,6			19/2 82.
	2				95,6	244,6	95,2	149,0	149,4	—0,4			
	3	89,09	8,59	7,3	95,2	244,0	94,7	148,8	149,3	—0,5	149,087	?	

	4				94,7	243,2	94,0	148,5	149,2	—0,7			
	5	?	8,63		94,0	242,8	93,1	148,8	149,7	—0,9			
							Mittel:	149,02	149,40	— 1,9			
III	1	79,76	8,61		85,0	234,0	85,3	149,0	148,7	0,3			19/2 82.
	2				85,3	233,5	84,9	148,2	148,6	—0,4			
	3	77,34	8,58	7,1	84,9	232,8	84,2	147,9	148,6	—0,7	148,287	2,24	
	4				84,2	232,2	83,8	148,0	148,4	—0,4			
	5	75,68	8,55		83,8	231,7	83,0	147,9	148,7	—0,8			
							Mittel:	148,20	148,60	—2,0			
IV	1	67,95	8,43		73,2	221,3	73,3	148,1	148,0	—0,1			19/2 82.
	2				73,3	220,9	72,9	147,6	148,0	—0,4			
	3	66,02	8,41	6,9	72,9	219,3	72,5	147,4	147,8	—0,4	147,662	1,92	
	4				72,5	219,9	71,9	147,4	148,0	—0,6			
	5	64,10	8,40		71,9	219,1	71,2	147,2	147,9	—0,7			
							Mittel:	147,54	147,94	—2,2			

Tabelle VIII.

Wegen der noch vorhandenen Unregelmässigkeit — siehe § 32 — wurde die Temperatur des Drahtes wieder auf den Siedepunkt des Wassers gebracht, dort sodann ungefähr eine Stunde erhalten, worauf die Beobachtungen begannen.

Gruppe	Nummer	Temperatur des Drahtes 1	Temperatur des Apparates 2	Temperatur d. Luft 3	a 4	b 5	c 6	b — a 7	b — c 8	c — a 9	A_1 10	$-\Sigma A'$ 11	Datum des Versuches und Bemerkungen
I	1	98,33	8,10		105,9	257,8	108,0	151,9	149,8	2,1			19/2 82.
	2				108,0	258,0	108,1	150,0	149,9	0,1			
	3	98,33	8,33	7,2	108,1	258,5	108,4	150,4	150,1	0,3	149,949	3,10	
	4				108,4	258,6	108,8	150,2	149,8	0,4			
	5	98,33	8,55		108,8	258,9	109,0	150,1	149,9	0,2			
							Mittel:	150,52	149,70	3,1			
II	1	94,40	8,55		95,0	245,0	95,6	150,0	149,4	0,6			19/2 82.
	2				95,6	244,6	95,2	149,0	149,4	—0,4			
	3	89,09	8,59	7,3	95,2	244,0	94,7	148,8	149,3	—0,5	149,087	?	

	4				94,7	243,2	94,0	148,5	149,2	—0,7			
	5	?	8,63		94,0	242,8	93,1	148,8	149,7	—0,9			
							Mittel:	149,02	149,40	— 1,9			
III	1	79,76	8,61		85,0	234,0	85,3	149,0	148,7	0,3			19/2 82.
	2				85,3	233,5	84,9	148,2	148,6	—0,4			
	3	77,34	8,58	7,1	84,9	232,8	84,2	147,9	148,6	—0,7	148,287	2,24	
	4				84,2	232,2	83,8	148,0	148,4	—0,4			
	5	75,68	8,55		83,8	231,7	83,0	147,9	148,7	—0,8			
							Mittel:	148,20	148,60	— 2,0			
IV	1	67,95	8,43		73,2	221,3	73,3	148,1	148,0	—0,1			19/2 82.
	2				73,3	220,9	72,9	147,6	148,0	—0,4			
	3	66,02	8,41	6,9	72,9	219,3	72,5	147,4	147,8	—0,4	147,662	1,92	
	4				72,5	219,9	71,9	147,4	148,0	—0,6			
	5	64,10	8,40		71,9	219,1	71,2	147,2	147,9	—0,7			
							Mittel:	147,54	147,94	— 2,2			

Gruppe	Nummer	Temperatur der Drahtes 1	Temperatur des Apparates 2	Temperatur d. Luft 3	a 4	b 5	c 6	b — a 7	b — c 8	c — a 9	A_1 10	$- \frac{\Sigma A'}{n}$ 11	Datum des Versuches und Bemerkungen
V	1	37,85	7,13		45,2	191,9	45,8	146,7	146,1	0,6			19/2 82.
	2				45,8	191,8	45,8	146,0	146,0	0,0			
	3	37,57	7,14	6,25	45,8	191,7	45,6	145,9	145,1	—0,2	145,925	1,09	
	4				45,6	191,3	45,4	145,7	145,9	— 0,2			
	5	36,80	7,15		45,4	191,2	45,2	145,8	146,0	—0,2			
							Mittel:	146,02	146,02	0,0			
VI	1	22,43	6,23		29,3	175,0	30,0	145,7	145,0	0,7			19/2 82.
	2				30,0	175,0	30,0	145,0	145,0	0,0			
	3	22,49	6,26	6,0	30,0	174,9	30,0	144,9	144,9	0,0	144,900	1,13	
	4				30,0	174,9	30,0	144,9	144,9	0,0			
	5	21,95	6,30		30,0	174,8	30,0	144,8	144.8	0,0			
							Mittel:	145,06	144,92	0,7			

Gruppe	Nummer	Tempera-tur des Drahtes 1	Tempera-tur des Apparates 2	Tempera-tur d. Luft 3	a 4	b 5	c 6	b — a 7	b — c 8	c — a 9	A_1 10	$\frac{\Sigma A}{n} - A'$ 11	Datum des Versuches und Bemerkungen.
VII	1	14,68	5,85		21,1	166,1	21,8	145,0	144,3	0,7			19/2 82.
	2				21,8	166,2	21,9	144,4	144,3	0,1			
	3	14,42	5,91	5,8	21,9	166,3	22,0	144,4	144,3	0,1	144,325	1,00	
	4				22,0	166,3	22,0	144,3	144,3	0,0			
	5	14,18	5,98		22,0	166,3	22,0	144,3	144,3	0,0			
							Mittel:	144,48	144,30	0,9			

Tabelle IX.

Es wurde die Temperatur des Drahtes 10 Stunden auf dem Siedepunkt des Wassers erhalten und am nächsten Tage wieder auf dieselbe gebracht, 1 Stunde darauf erhalten, und nun wurden die Beobachtungen in der bisherigen Weise angestellt.

Gruppe	Nummer	Tempera-tur des Drahtes 1	Tempera-tur des Apparates 2	Tempera-tur d. Luft 3	a 4	b 5	c 6	b — a 7	b — c 8	c — a 9	A_1 10	$\frac{\Sigma A}{n} - A'$ 11	Datum des Versuches und Bemerkungen.
I	1	98,94	6,90		106,8	259,0	108,0	152,2	151,0	1,2			21/2 82.
	2				108,0	259,2	108,4	151,2	150,8	0,4			
	3	98,94	7,15	5,62	108,4	259,3	108,7	150,9	150,6	0,3	150,643	2,30	

Gruppe	Nummer	Temperatur des Drahtes	Temperatur des Apparates	Temperatur d. Luft	a	b	c	b — a	b — c	c — a	A_1	$A_1 - A'$	Datum des Versuches und Bemerkungen.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
I	4				108,7	259,7	109,0	151,0	150,7	0,3			
	5	98,94	7,40		109,0	259,8	109,1	150,8	150,7	0,1			
							Mittel:	151,02	150,76	2,3			
II	1	90,70	7,20		95,7	246,8	96,7	151,1	150,1	1,0			21/2 82.
	2				96,7	246,7	96,5	150,0	150,2	— 0,2			
	3	88,59	7,21	5,55	96,5	246,3	96,2	149,8	150,1	— 0,3	149,950	1,76	
	4				96,2	246,0	96,0	149,8	150,0	— 0,2			
	5	88,95	7,23		96,0	245,7	95,7	149,7	150,0	— 0,3			
							Mittel:	150,08	150,08	0,0			
III	1	80,66	6,70		84,5	234,1	84,7	149,6	149,4	0,2			21/2 82.
	2				84,7	234,7	84,0	149,0	149,7	— 0,7			
	3	78,02	6,70	5,27	84,0	232,0	83,0	149,0	149,8	— 0,8	149,262	1,45	
	4				83,2	232,2	83,0	149,0	149,2	— 0,2			
	5	76,68	6,70		83,0	231,9	82,4	148,9	149,5	— 0,6			
							Mittel:	149,10	149,52	— 2,1			

IV	1	69,85	6,50		73,7	222,7	74,0	149,0	148,7	0,3			21/2 82.
	2				74,0	222,5	74,0	148,5	148,5	0,0			
	3	68,90	6,50	5,30	74,0	222,3	73,8	148,3	148,5	— 0,2	148,412	1,63	
	4				73,8	223,1	73,6	148,3	148,5	— 0,2			
	5	68,25	6,50		73,6	221,8	73,3	148,2	148,5	— 0,3			
							Mittel:	148,02	148,54	— 0,4			
V	1	59,44	6,30		62,0	210,1	62,4	148,1	147,7	0,4			21/2 82.
	2				62,4	209,1	61,1	146,7	148,0	— 0,3			
	3	56,80	6,25	5,02	61,1	208,2	60,5	147,1	147,7	— 0,6	147,612	2,16	
	4				60,5	208,2	60,0	147,7	148,2	— 0,5			
	5	54,85	6,20		60,0	207,7	59,4	147,7	148,3	— 0,6			
							Mittel:	147,46	149,98	— 1,6			
VI	1	48,89	6,10		52,4	199,8	52,5	147,4	147,3	0,1			21/2 82.
	2				52,5	199,5	52,3	147,0	147,2	— 0,2			
	3	47,59	6,06	5,03	52,3	199,1	52,1	146,8	147,0	— 0,2	147,025	1,10	
	4				52,1	198,9	51,8	146,8	147,1	— 0,3			
	5	46,79	6,03		51,8	198,5	51,3	146,7	147,2	— 0,5			
							Mittel:	146,94	147,16	— 1,1			

Gruppe	Nummer	Temperatur des Drahtes. 1	Temperatur des Apparates 2	Temperatur d. Luft 3	a 4	b 5	c 6	b — a 7	b — c 8	c — a 9	A_1 10	$\frac{1}{n}\Sigma A'$ 11	Datum des Versuches und Bemerkungen.
VII	1	39,75	5,73		43,3	190,1	43,7	146,8	146,4	0,4			21/2 82.
	2				43,7	190,0	43,6	146,3	146,4	— 0,1			
	3	39,25	5,73	5,01	43,6	190,0	43,4	146,4	146,6	— 0,2	146,287	1,13	
	4				43,4	189,8	43,2	146,4	146,2	— 0,2			
	5	38,35	5,73		43,2	189,3	43,0	146,1	146,3	— 0,2			
							Mittel:	146,40	146,38	— 0,3			
VIII	1	28,56	5,25		32,1	178,2	32,8	146,1	145,4	0,7			21/2 82.
	2				32,8	178,2	32,8	145,4	145,4	0,0			
	3	28,71	5,25	4,66	32,8	178,2	32,7	145,4	145,5	— 0,1	145,475	1,12	
	4				32,7	178,0	32,4	145,3	145,6	— 0,3			
	5	28,00	5,25		32,4	178,0	32,4	145,6	145,6	0,0			
							Mittel:	145,56	145,50	0,3			

IX	1	20,07	4,95		23,3	169,1	24,0	145,8	145,1	0,7			21/2 82.
	2				24,0	169,2	24,0	145,2	145,2	0,0			
	3	19,96	5,02	4,92	24,0	169,1	24,1	145,1	145,0	0,1	145,037	1,42	
	4				24,1	169,1	24,1	145,0	145,0	0,0			
	5	19,46	5,10		24,1	169,0	24,1	144,9	144,9	0,0			
							Mittel:	145,20	145,04	0,8			
X	1	11,62	4,20		14,1	159,2	14,8	145,1	144,4	0,7			21/2 82.
	2				14,8	159,4	15,0	144,6	144,4	0,2			
	3	11,17	4,25	4,45	15,0	159,5	15,0	144,5	144,5	0,0	144,525	1,10	
	4				15,0	159,5	15,0	144,5	144,5	0,0			
	5	11,43	4,30		15,0	159,6	15,0	144,6	144,6	0,0			
							Mittel:	144,66	144,48	0,9			
XI	1	4,63	4,00		7,8	153,0	8,7	145,2	144,3	0,9			22/2 82. (morgens).
	2				8,7	153,0	8,8	144,3	144,2	0,1			
	3	4,63	4,11	4,60	8,8	153,1	8,8	144,3	144,3	0,0	144,237	1,20	
	4				8,8	153,1	9,0	144,3	144,1	0,2			
	5	4,63	4,23		9,0	153,2	9,0	144,2	144,2	0,0			
							Mittel:	144,46	144,20	1,2			

§ 32. Graphische Darstellung der Versuchsresultate.

In den Figuren 5 und 6 sind die Zahlen der Tabellen IV, V, VI, VII, VIII, und IX graphisch dargestellt, und zwar die Temperaturen als Abscissen (Kol. 1) und die elastischen Dehnungen (Kol. 10) als Ordinaten genommen.

§ 33. Betrachtung der graphischen Darstellungen.

Der Elastizitätsmodul wird allgemein aus der gesamten Dehnung, — der elastischen Dehnung (e. D.) plus der elastischen Nachwirkung (e. N.) — berechnet. Da in § 30 das Gesetz der Proportionalität auch für die e. D. bestätiget worden ist, so können wir von einem Modul der elastischen Dehnung (M. d. e. D.) wie von einem Modul der gesamten Dehnung (M. d. g. D.) sprechen.

Was nun den Einfluss der Temperatur auf den M. d. e. D. des Eisendrahtes betrifft, so sieht man aus den Kurven I—III, dass derselbe zwischen 10 und 20° C ein Maximum besitzt, insolange der Draht nicht in den Zustand durch Erwärmen und Erkalten übergeführt ist, in welchem die Kurve eine regelmässige, ständige Gestalt, hier die nahehin gerade, hat. Es dürfte somit der sogenannte Normalzustand des Eisendrahtes durch das Eintreffen der Geraden angezeigt sein. Indes habe ich [1]) ein solches Maximum auch bei dem M. d. g. D. des Eisens gefunden.

Der Unterschied der e. D. für dieselbe Belastung und nahezu gleiche Temperaturdifferenzen scheint mit dem Wiederholen des Erwärmens und Erkaltens des Drahtes zu wachsen, um für den Normalzustand konstant zu werden. Es ergibt sich diess aus folgender Zusammenstellung:

---

1) A. Miller, Blätter für das bayerische Realschulwesen, I. Bd. S. 66.

Tabelle:	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Temperatur-differenz	98,54	96,21	99,29	97,78	83,97	94,31
Differenz d. e. D.	2,665	4,788	6,975	6,654	5,624	6,406

Würde man aus jeder der Tabellen IV bis IX den mittleren M. d. e. D. berechnen, so ergäbe sich, wie die Kurven I bis VI (§ 32) zeigen, dass dieser m. M. d. e. D. von Kurve I auf II bedeutend steigt, dann fällt, wieder steigt und endlich wieder fällt, und dass dieser M. d. e. D. selbst dann, wenn er sich einer Grenze nähert, noch kleinen Schwankungen unterworfen zu sein scheint. Die gleiche Beobachtung machte auch F. Kohlrausch — § 4 citierte Abhandlung Seite 493 unten — so dass angenommen werden muss, es bestehen diese Schwankungen auch bei dem M. d. g. D.

§ 34. Zahlengesetz der Aenderung des M. d. e. D. durch die Temperatur.

Bezeichnet E_t den M. d. e. D. bei t^0, L die Länge des Drahtes, l_t die der e. D., welche der spannenden Kraft P bei der Temperatur t^0 entspricht und Q den Querschnitt des Drahtes, so ist bekanntlich:

$$E_t = \frac{L}{l_t} \cdot \frac{P}{Q} \qquad 66)$$

Ist ferner λ_t die e. D. der Längeneinheit bei t^0 und π die Belastung der Querschnittseinheit, so ist:

$$E_t = \frac{1}{\lambda_t} \cdot \pi . \qquad 67)$$

Im Hinblick auf die Kurve VI erscheint es zulässig:

$$E_t = \frac{\pi}{\lambda_t} = a + b\,t \qquad 68)$$

zu setzen.

Nach der Methode der kleinsten Quadrate ergibt sich:

$$a = \pi \cdot \frac{\Sigma t \cdot \Sigma \frac{t}{\lambda_t} - \Sigma \frac{1}{\lambda_t} \cdot \Sigma t^2}{(\Sigma t)^2 - n\,\Sigma t^2} = \pi \,.\, \alpha \text{ sowie:}$$

$$b = \pi \cdot \frac{\Sigma t \cdot \Sigma \frac{1}{\lambda_t} - n \cdot \Sigma \frac{t}{\lambda_t}}{(\Sigma t)^2 - n\,.\,\Sigma t^2} = \pi \,.\, \beta.$$

Wird der M. d. e. D. bei 0° mit $E_0 = \pi \,.\, \alpha$ bezeichnet und $\frac{\beta}{\alpha} = \gamma$ gesetzt, so erhält man als das erwähnte Zahlengesetz:

$$E_t = E_0\,(1 + \gamma\,t). \qquad 68)$$

Diese Formel auf Tabelle IX angewendet gibt:

$$\alpha = +\,592{,}079$$
$$\beta = -\,0{,}251518 \text{ und somit}$$
$$\gamma = -\,0{,}0004277.$$

Die so erhaltene Gleichung:

$$E_t = E_0\,(1 - 0{,}0004277\,t) \qquad 69)$$

zur Berechnung der M. d. e. D. aus Tabelle IX benützt, liefert die in Tabelle X enthaltenen Werte, welche mit den beobachteten in Anbetracht der Umstände hinlänglich übereinstimmen dürften.

Tabelle X.

t	E_t beobachtet.	$'E_t$ berechnet.	Δ
4,63	590,209 π	590,907 π	+ 0,698 π
11,17	589,088 π	589,269 π	+ 0,181 π
19,96	587,107 π	587,059 π	— 0,048 π
28,71	585,692 π	584,858 π	— 0,834 π
39,25	582,791 π	582,207 π	— 0,584 π
47,59	579,668 π	580,109 π	+ 0,441 π
56,80	577,702 π	577,793 π	+ 0,091 π
68,90	574,867 π	574,769 π	— 0,097 π
78,02	571,639 π	572,456 π	+ 0,817 π
88,59	569,533 π	569,797 π	+ 0,264 π
98,94	567,208 π	567,194 π	— 0,015 π

Aus $\pm\left[\frac{\Sigma \Delta^2}{n-2}\right]^{\frac{1}{2}}$ ergibt sich als „mittlerer Beobachtungsfehler" für Tabelle IX: $\pm$ 0,562 π.

§ 35. Anwendung der Formel 69) auf die Tabellen VII und VIII.

Ich habe wegen der im § 33 erwähnten Schwankungen des M. d. e. D. selbst innerhalb des Normalzustandes des Drahtes die Koeffizienten a und b nicht aus allen Tabellen, die schon einen Normalstand des Drahtes wenigstens teilweise anzeigen, berechnet, will aber nun untersuchen, inwieweit sich Formel 69) diesen Beobachtungszahlen anschmiegt. Es muss selbstverständlich für jede Tabelle das E_0 besonders bestimmt werden.

Ist t_1 die mittlere Versuchstemperatur, und λ_{t_1} die dieser entsprechende e. D., haben E_{t_1} und E_0 die bisherigen Bedeutungen, so ist:

$$E_{t_1} = E_0 (1 - \gamma t_1) \qquad \text{folglich}$$

$$E_t = \frac{\pi}{\lambda_{t_1}(1-\gamma t_1)} \cdot (1 - \gamma t) \qquad 70)$$

Für Tabelle VII ist $t_1 = 41, 20^0$ und : $\lambda_{t_1}' = \frac{0,90314}{536,5}$; die Tabelle liefert somit gemäss (Gl. 70) die Werte:

Tabelle XI.

t	E_t beobachtet	E_t berechnet	Δ
0,83	594,037 π	593,973 π	— 0,065 π
6,21	592,902 π	592,605 π	— 0,297 π
9,05	592,144 π	591,884 π	— 0,260 π
12,21	591,225 π	591,080 π	— 0,145 π
15,30	590,704 π	590,295 π	— 0,408 π
—	—	—	—
29,50	587,684 π	586,686 π	— 0,998 π
39,04	584,230 π	584,261 π	+ 0,031 π
47,45	582,139 π	582,124 π	— 0,015 π
54,11	580,388 π	580,431 π	+ 0,043 π
65,02	577,326 π	577,658 π	+ 0,332 π
74,80	575,231 π	575,172 π	— 0,059 π
83,42	573,446 π	572,982 π	— 0,464 π
98,61	569,584 π	569,121 π	— 0,463 π

In der gleichen Weise liefert die Tabelle VIII, für welche $t_1 = 63,70$ und $\lambda_{t_1} = \frac{0,92804}{536,5}$ ist:

Tabelle XII.

t	E_t beobachtet	E_t berechnet	Δ
14,42	589,978 π	590,627 π	+ 0,649 π
—	—	—	—
37,57	583,967 π	584,742 π	+ 0,775 π
65,81	577,614 π	577,563 π	— 0,051 π
77,34	575,395 π	574,632 π	— 0,763 π
88,73	572,532 π	571,736 π	— 0,796 π
98,33	569,601 π	569,296 π	— 0,405 π

Der seltene Zeichenwechsel bei Δ kann nicht überraschen, da γ ohne Rücksicht auf Tabelle VII und VIII bestimmt worden ist; immerhin schliessen sich auch die Linien IV und V der Geraden an, nur weichen die Neigungen der 3 Geraden gegen die Abscissenachse etwas von einander ab.

§ 36. Die elastischen Nachwirkungen.

Die Zahlen der Kolumne 11 zeigen, wenn auch im ganzen, da sie im allgemeinen mit der Temperatur steigen, so doch im einzelnen keinen ganz regelmässigen Verlauf. Wollte man in dieser Richtung zuverlässige Beobachtungen machen, so müsste dafür gesorgt werden, dass sicher vor jeder neuen Beobachtung der e. N. die frühere vollständig verschwunden ist. Diese Rücksichtnahme war hier weder thunlich, noch war sie eigentlicher Zweck der Untersuchung. Dass die erwähnte Vorsorge, falls man zuverlässige Zahlen in Bezug auf die e. N. erhalten wollte, notwendig wäre, um dies zu zeigen, habe ich in Tabelle V den Versuch bei derselben Temperatur nach wenigen Minuten wiederholt. Die Zahlen der Gruppe Ia und Ib dieser Tabelle zeigen, dass bei der Wiederholung des Versuches die e. N. nur ungefähr die

Hälfte wurde. Diese Erscheinung hat sich indes oftmals bei hier nicht aufgenommenen Versuchen gezeigt. Anderseits sind diese hier gemessenen e. N. nur ein Teil der ganzen, in genügender Zeit möglichen Nachwirkungen. Endlich sind die gemessenen Grössen sehr klein, so dass leicht beträchtliche Fehler entstehen können. Trotz all' dieser Umstände, habe ich in Fig. 6 die e. N. der Tabelle IX graphisch dargestellt — Kurve VII — um den ungefähren Verlauf derselben sichtlich zu machen. Zwei Punkte O_1 und O_2 wurden dabei ausgeschlossen, weil sie auffallend weit abseits fielen.

§ 37. Beziehung zwischen dem Modul der g. D., der e. D. und der e. N.

Sind E, 'E und "E beziehungsweise der M. d. g. D., der M. d. e. D. und der M. d. e. N. und weist ferner der diesen Grössen in Zukunft beigesetzte Index auf die Temperaturen 0°, t° und T° hin, auf welche sich die M beziehen, so lassen sich folgende Relationen zwischen denselben ableiten, wenn man voraussetzen darf, dass die von F. Kohlrausch [1]) aufgestellte Gleichung, welche die Abhängigkeit des E.-M. von der Temperatur ausdrückt, mit Einschluss wenigstens des grössten Teil der elastischen Nachwirkung gilt. Aus der eben erwähnten Abhandlung entnehme ich:

$$E_t = E_0 \, (1 - \alpha t - \beta t^2) \qquad 71) \text{ also}$$

$$E_t = E_T \, [1 - \alpha (t - T) - \beta (t^2 - T^2)] \qquad 72).$$

Im § 34 haben wir gefunden:

$$'E_t = 'E_0 \, (1 - \gamma t) \qquad 73) \text{ somit}$$

$$'E_t = 'E_T \, [1 - \gamma (t - T)] \qquad 74).$$

---

1) F. Kohlrausch, Poggendorff's Annalen, Bd. 141, S. 493.

Nun hat Kohlrausch für Eisen $\alpha = 0{,}000483$ und $\beta = 0{,}000\,000\,12$ angegeben, während sich, ebenfalls aus einer Versuchsreihe, in § 34 die Konstante $\gamma = 0{,}000\,4277$ ergab. Es ist $\alpha - \gamma = 0{,}0000557$, ein Wert, dessen Kleinheit bei dem Umstande, dass Herr Professor Kohlrausch und ich nach ganz verschiedenen Methoden und Zielen, sowie mit verschiedenem Material arbeiteten, Beachtung verdient. Sind nun λ_t, $'\lambda_t$, $''\lambda_t$ die den M.: E_t, $'E_t$, $''E_t$ entsprechenden Verlängerungen, nämlich g. D., e. D., und e. N. der Längeneinheit bei der Belastung π auf die Querschnittseinheit, so ist:

$$\lambda_t = {}'\lambda_t + {}''\lambda_t \qquad 75)\text{ oder}$$

$$''\lambda_t = \pi \cdot \frac{'E_t - E_t}{E_t\, 'E_t}.$$

Weil λ_t und $'\lambda_t$ erfahrungsgemäss der Grösse π proportional, so ist es auch $''\lambda_t$ und man kann somit von einem M. d. e. N. sprechen. Darnach ist:

$$''E_t = \frac{E_t\, 'E_t}{'E_t - E_t} \text{ oder}$$

$$\frac{1}{E_t} = \frac{1}{'E_t} + \frac{1}{''E_t} \qquad 76),\text{ welcher}$$

Ausdruck den Zusammenhang der drei Modul darstellt. Mit Hilfe der früheren Werte ergibt sich aus 76):

$$''E_t = {}''E_o \cdot \frac{('E_o - E_o)(1 - \alpha t - \beta t^2)(1 - \gamma t)}{'E_o(1 - \gamma t) - E_o(1 - \alpha t - \beta t^2)} \qquad 77)\text{ oder}$$

$$''E_t = {}''E_o \cdot \frac{'E_o - E_o}{'E_o(1 + \alpha t + \beta t^2) - E_o(1 + \gamma t)}\text{; ferner ist:}$$

$$''E_t = {}''E_T \cdot \frac{'E_o(1 - \gamma T) - E_o(1 - \alpha T - \beta T^2)}{'E_o(1 - \gamma t) - E_o(1 - \alpha t - \beta t^2)} \cdot$$

$$\cdot \frac{(1 - \alpha t - \beta t^2)(1 - \gamma t)}{(1 - \alpha T - \beta T^2)(1 - \gamma T)} \qquad 78)$$

oder: $''E_t = ''E_T \cdot \frac{'E_0(1+\alpha T+\beta T^2) - E_0(1+\gamma T)}{'E_0(1+\alpha t+\beta t^2) - E_0(1+\gamma t)}$;

und ferner:

$$''E_t = \frac{E_T\,'E_T[1-\alpha(t-T)-\beta(t^2-T^2)][1-\gamma(t-T)]}{'E_T[1-\gamma(t-T)] - E_T[1-\alpha(t-T)-\beta(t^2-T^2)]} \quad 79)$$

oder endlich:

$$''E_t = \frac{E_T\,'E_T}{'E_T[1+\alpha(t-T)+\beta(t^2-T^2)] - E_T[1+\gamma(t-T)]}$$

Ferner hat man u. a. noch die Relation:

$$''\lambda_t = \lambda_T[1+\alpha(t-T)+\beta(t^2-T^2)] - '\lambda_T[1+\gamma(t-T)], \quad 79a)$$

welche eine einfache Kontrolle durch den Versuch zuliesse, die später auch vorgenommen werden soll.

§ 38. Modul der e. D. des Eisens.

Der Durchmesser des Drahtes mittelst einer Mikrometerschraube gemessen beträgt 0,5856 mm, wovon jedoch nur die bei den ersten Stellen vollkommen sicher sind. Von einer genaueren Messung des Durchmessers mittelst Bestimmung des spezifischen Gewichtes wurde vorerst abgesehen. Der Querschnitt $Q = 0{,}2928^2 . 3{,}14159 = 0{,}269335$ □mm. Ist p der Hebelarm des Gewichtes $P = 1{,}1992$ Kgr., so ist

$$\pi = \frac{P \,.\, p}{Q \,.\, r_2} = \frac{1{,}1992 \,.\, 567}{0{,}269335 \,.\, 70{,}8} = 35{,}657 \text{ □mm-Kgr.}$$

Darnach berechnet sich nach Tabelle X $E_0 = \pi \,.\, \alpha = 35{,}657 \,.\, 592{,}079 = 21111{,}98$. Somit ist der M. d. e. D. des untersuchten Eisendrahtes bei 0° angenähert 21112 zu nehmen, angenähert, weil die Bestimmung des Q auf sehr grosse Genauigkeit keinen Anspruch erheben kann, wenn auch eine sehr bedeutende Abweichung von der Wahrheit nicht angenommen zu werden braucht. Der Wert

übersteigt den von Kohlrausch sowohl als von Wertheim für die g. D. angegebenen. Mit letzterem ist überhaupt kein genauer Vergleich zulässig, weil Wertheim auf die Temperatur nicht in dem Masse, wie hier und seitens Kohlrausch geschehen, Rücksicht genommen hat. Aus Tabelle XI ergibt sich ein noch grösserer Wert als M. d. e. D. bei 0° nämlich $'E_0 = 21187$, somit als Mittelwert des M. d. e. D. des untersuchten Eisendrahtes $'E_0 = 21150$. Kohlrausch erhielt für den M. d. g. D. die Zahl $E_0 = 20310$. $'E_0 > E_0$ musste bei nur einiger Vergleichbarkeit erwartet werden, wenn bei den Versuchen Kohlrausch's die e. N. als eingeschlossen vorausgesetzt werden kann. Dagegen gibt Pisati bei 20° C schon den E.-M. des Eisendrahtes zu 21441 an, er musste sich für 0° noch höher stellen. Da aber auch bei Pisati der Einschluss der e. N. anzunehmen ist, so müsste sich der M. d. e. D. aus den Zahlen von Pisati berechnet noch höher ergeben, sich also noch mehr von der von mir gefundenen Zahl entfernen, während die gleiche Berechnung an den Zahlen von Kohlrausch vorgenommen, die Ergebnisse sich den meinigen nähern müssten. Ich darf also wohl annehmen, dass das Gesammtresultat meiner Arbeit, nur einigermassen gleichartiges Versuchsmaterial vorausgesetzt, mehr mit dem von Kohlrausch als mit dem von Pisati übereinstimmt. Aus Gleichung: $'E_t = 21150\,(1 - 0,0004277\,t)$ ergibt sich als Abnahme des M. d. e. D. für 1° C der Wert 9,045 kgr. Ferner berechnet sich daraus:

$'E_0 = 21150$; $'E_{20} = 20969$, $'E_{40} = 20788$; $'E_{60} = 20607$; $'E_{80} = 20426$;
$'E_{10} = 21060$; $'E_{30} = 20879$; $'E_{50} = 20698$; $'E_{70} = 20517$; $'E_{90} = 20336$;
$'E_{100} = 20246$.

§ 39. Grösse der Aenderung von E_t, $'E_t$ und $''E_t$.

Bezeichnet man die Differenzen $E_t - E_0$, $'E_t - 'E_0$, $''E_t - ''E_0$ beziehungsweise mit $\Delta_t E$, $\Delta_t 'E$, $\Delta_t ''E$ so hat man gemäss § 37:

$$\frac{\Delta_t E}{E_0} = -(\alpha + \beta t)t \tag{83}$$

$$\frac{\Delta_t {}'E}{{}'E_0} = -\gamma t; \tag{84}$$

ferner ohne Kürzung:

$$\frac{\Delta_t {}''E}{{}''E_0} = \frac{({}'E_0 - E_0)(1 - \alpha t - \beta t^2)(1 - \gamma t)}{{}'E_0 (1 - \gamma t) - E_0 (1 - \alpha t - \beta t^2)} - 1. \tag{85}$$

Es ist somit $\frac{\Delta_{100} E}{E_0} = -0{,}0495$ oder cca. 5%,

$$\frac{\Delta_{100} {}'E}{{}'E_0} = -0{,}0428 \text{ oder cca. } 4\%,$$

$$\frac{\Delta_{100} {}''E}{{}''E_0} = -0{,}1897 \text{ oder cca. } 19\%.$$

Die elastische Nachwirkung des Eisens wird sonach in weit höherem Masse von der Temperatur beeinflusst, als die elastische Dehnung desselben. Sie unterscheiden sich also nicht bloss dadurch, dass die e. N. von der Zeit abhängig, die e. D. davon unabhängig ist, sondern auch noch dadurch, dass zwar beide in gleichem Sinne jedoch in ganz verschiedenem Grade von der Wärme beeinflusst werden. Es scheint daher angezeigt, sie von einander getrennt zu halten. Diesen starken Einfluss der Wärme auf die e. N. bestätigen auch die Autoren, welche sich speziell mit der Erforschung derselben beschäftiget haben.

§ 40. Resultate der vorliegenden Untersuchungen.

Hält man die im Vorstehenden definierten Begriffe und deren Bezeichnungen „gesamte Dehnung“ (g. D.), „elastische Dehnung“ (e. D.) und „elastische Nachwirkung“ (e. N.),

sowie die Bezeichnungen des diesen Deformationen entsprechenden Modul, nämlich M. d. g. D., M. d. e. D., M. d. e. N. fest, so ergibt sich im Zusammenhalte mit dem von Herrn Kohlrausch und Loomis bezüglich des E.-M. d. g. D. gefundenen Resultaten in Bezug auf Eisen Folgendes:

1) Wie der M. d. g. D. nimmt auch der M. d. e. D. mit zunehmender Temperatur zwischen 0^0 und 100^0C ab, bei letzterem jedoch ist die Abnahme der ersten Potenz der Temperatur gerade proportional.

2) Dieses Gesetz gilt aber erst dann, wenn der Eisendraht durch öfteres Erwärmen und Erkalten in den sogenannten Normalzustand eingetreten ist, der durch die in Ziff. 1 angegebene Eigenschaft definiert zu sein scheint.

3) Bei dem Uebergang von dem ursprünglichen in den Normalzustand besitzt der M. d. e. D. des Eisendrahtes zwischen 10^0 und 20^0C ein Maximum, was ich indes auch für den M. d. g. D. bei früheren Versuchen gefunden habe.

4) Ausserhalb des Normalzustandes ist der mittlere M. d. e. D. ziemlichen Schwankungen unterworfen, die jedoch auch innerhalb desselben nicht gänzlich zu verschwinden scheinen.

5) Die e. N. — auch während des An- und Abspannens — des Drahtes nimmt mit der Temperatur zu, also der M. d. e. N. ab, jedoch ist der Einfluss der Temperatur auf die e. N. weit grösser als auf die e. D.

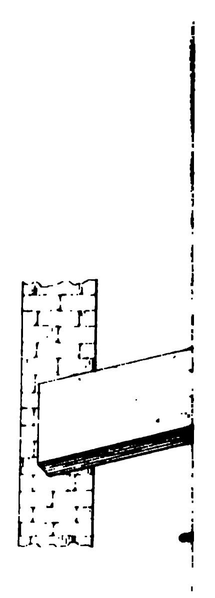
6) Da sich, wie gezeigt worden ist, die elastische Nachwirkung während der An- und Abspannung wenigstens mit erster Annäherung bestimmen lässt, so könnte hiemit auch die Untersuchung der gesamten elastischen Nachwirkung eine Förderung erfahren.

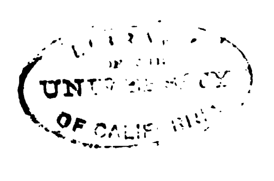
7) Ferner weisen vorstehende Resultate darauf hin, dass es bei der Untersuchung der Molekularkräfte geboten

erscheint, die e. D. und e. N. strenge getrennt zu halten.

8) Endlich dürfte nun als feststehend angenommen werden können, dass der longitudinale Modul d. g. D. des Eisens innerhalb des Normalzustandes durch die Temperatur dieselbe Aenderung erfährt, wie der der Torsion [1]).

1) F. Kohlrausch, Poggendorffs Annalen, Bd. 141 S. 499.





Zu Dr. A. Müller's Abhandlung.

Fig. 3.

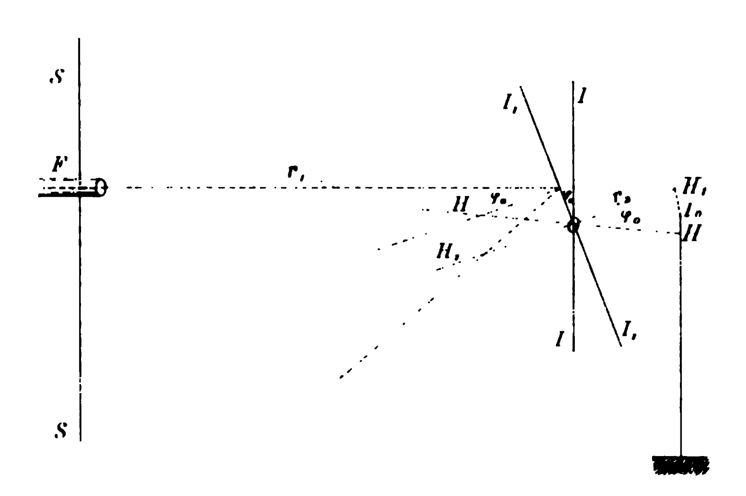
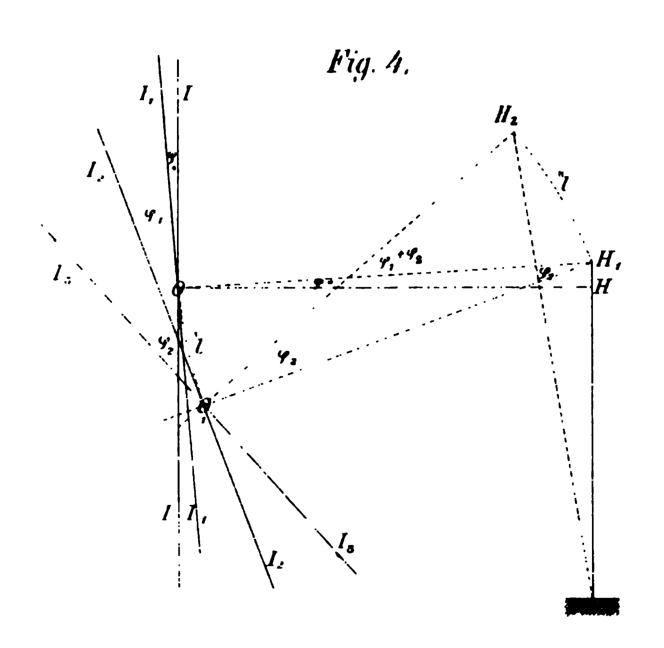
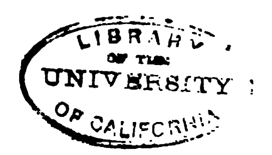


Fig. 4.







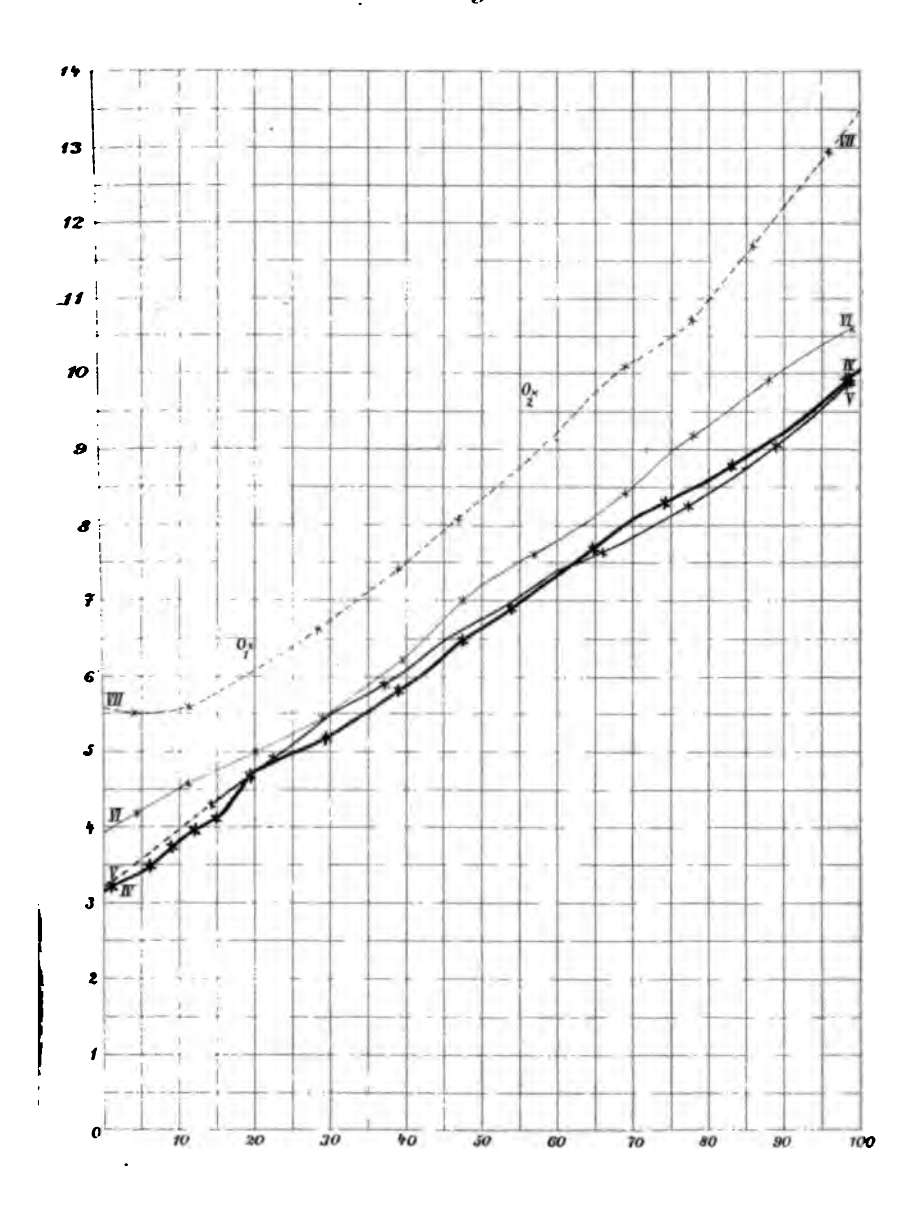
Zu Dr. A. Miller's Abhandlung.

Fig. 5.



Zur Dr. A. Miller's Abhandlung.

Fig. 6.





LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF CALIFORNIA

Herr Bauer legt vor und bespricht die Abhandlung:

„Von der allgemeinen Inversion." Von J. S. Vaněček.

1. In einer Note „Sur l'inversion générale", welche ich der Académie des Sciences mitgetheilt habe (10. April 1882), habe ich die Idee einer allgemeinen Methode der Transformation durch reciproke Radien kurz entwickelt.

Einem Puncte a entspricht in Bezug auf einen allgemeinen Kegelschnitt K eine Polare A. Diese Polare schneidet eine gegebene Gerade R in einem Puncte a_1, dessen Polare A_1 die Gerade A im Puncte a_2 trifft. Die Puncte a, a_1, a_2 bilden in Bezug auf den Kegelschnitt K (die Basis der Transformation) ein Poldreieck, über welches wir folgende Theoreme aufstellen können:

Durchläuft der Eckpunct eines Poldreieckes a a_1 a_2 in Bezug auf einen Kegelschnitt K eine Kurve P der p-ten Ordnung und der Eckpunct a_1 eine Kurve R der r-ten Ordnung, dann beschreibt sein dritter Eckpunkt a_2 eine andere Curve (a_2) der 2pr-ten Ordnung, welche die Schnittpuncte der Curven P, R mit K zu vielfachen Puncten hat.

Und:

Umhüllt die Seite A eines Polardreiseit A A_1 A_2 in Bezug auf einen Kegelschnitt K eine Kurve P der p-ten Classe und die zweite Seite A_1 eine andere

Curve R der r-ten Classe, dann umhüllt die dritte Seite A_2 eine Curve (A_2), welche von der 2pr-ten Classe ist und die gemeinschaftlichen Tangenten der Curven P, R mit K zu vielfachen Tangenten hat.

2. In dem Vorigen hat einem Puncte der gegebenen Figur wieder ein Punct der derivirten entsprochen. Wir können aber auch dem Puncte eine Gerade und umgekehrt entsprechen lassen.

Die Polare A des Punctes a schneidet die Curve R im Puncte a_1. Die Verbindungsgerade A_2 der Puncte a, a_1 ist die früher besprochene Gerade A_2, welche die Curve (A_2) umhüllt.

Da die Puncte a, a_1 in Bezug auf den Kegelschnitt K conjugierte Pole sind, so können wir folgenden Satz aussprechen:

Bewegt sich eine veränderliche Strecke aa_1 derart, dass ihre Endpuncte a, a_1, welche stets conjugirte Pole in Bezug auf einen Kegelschnitt K bleiben, respective die Curven P der p-ten Ordnung und R der r-ten Ordnung durchlaufen, dann umhüllt die Gerade aa_1 eine Curve (A_2) der 2pr-ten Classe. Diese Curve hat die gemeinschaftlichen Tangenten der Polarcurven P_1, R_1 von P und R mit K zu vielfachen Tangenten.

Weiter:

Bewegt sich ein veränderlicher Winkel (A, A_1) derart, dass seine Schenkel A, A_1, welche stets conjugirte Polaren in Bezug auf einen Kogelschnitt K bleiben, respective die Curven P der p-ten Classe und R der r-ten Classe umhüllen, dann beschreibt der Scheitelpunct a_2 des Winkels eine Curve (a_2) der 2pr-ten Ordnung. Die Schnittpuncte der Polarcurven P_1, R_1 von P, R mit dem Kegelschnitte K sind die vielfachen Puncte der Curve (a_2).

3. Setzen wir nun voraus, dass zwei von den Curven P, R, (a_2) coincidiren. Da die Scheitelpuncte $a\ a_1\ a_2$ des Poldreieckes $a\ a_1\ a_2$ mit einander verwechselt werden können, so bleibt sich gleich, welche die zusammenfallenden Curven sind. Unsere nächste Aufgabe ist, die dritte Curve zu bestimmen.

Es sei gegeben eine Curve M, in welcher sich zwei von den Curven P, R (a_2) vereinigen, und welche von der m-ten Ordnung ist. Dieselbe schneidet die Basis K in 2m Puncten. Die Polare A eines solchen Punctes a ist die Tangente der Basis in diesem Puncte und schneidet die Curve M noch in m—1 Puncten. Die Polaren aller dieser Puncte gehen durch den Punct a, welcher demnach ein (m — 1)-facher Punct der inversen Curve (a_2) ist. Daraus ist ersichtlich, dass die Curve M mit der Basis 2 m (m — 1) Puncte gemeinschaftlich hat, oder dass dieselbe der m (m — 1)-ten Ordnung ist.

Der Punct a transformirt sich in die Tangente A selbst, deren Berührungspunct a wir als zwei unendlich nahe Puncte betrachten können. Zählen wir daher diese 2m Tangenten auch zu der Curve, die wir erhalten sollen, dann ist dieselbe im Allgemeinen der m(m + 1)-ten Ordnung. Allein wir betrachten bloss die eigentliche Curve ohne alle die Geraden, in welche dieselbe nebstdem ausartet.

Ein n-facher Punct b der Curve M transformirt sich in m vielfache Puncte n-ter Ordnung, welche auf der Polare B des Punctes b liegen.

Daraus folgt:

Wenn zwei Eckpuncte a, a_1 eines Poldreieckes $a a_1 a_2$ in Bezug auf einen Kegelschnitt K eine Curve M der m-ten Ordnung durchlaufen, dann beschreibt der dritte Eckpunkt a_2 eine Curve (a_2) der m(m — 1)-ten Ord-

nung, welche die Schnittpuncte der Curven M, K zu vielfachen Puncten hat.

Und:

Umhüllen zwei Seiten A, A_1 eines Polardreiseit $A A_1 A_2$ in Bezug auf einen Kegelschnitt K eine Curve M der m-ten Classe, dann umhüllt die dritte Seite A_2 eine andere Curve (A_2), welche von der $m(m-1)$-ten Classe ist und die gemeinschaftlichen Tangenten der Curven M, K zu vielfachen Tangenten hat.

4. Die Polaren der Puncte der Curve M umhüllen die reciproke Curve M_1 derselben, welche von der m-ten Classe ist. Die Tangenten der Curve M_1 werden in der Weise gepaart, dass sie stets zwei conjugirte Polaren in Bezug auf den Kegelschnitt K sind. Der Ort des Durchschnittspunctes a_2 von solchen zwei Geraden ist nach dem vorigen Theorem eine Curve der $m(m-1)$-ten Ordnung.

Also:

Bewegt sich ein veränderlicher Winkel (A, A_1) derart, dass die Schenkel desselben stets conjugirte Polaren in Bezug auf einen Kegelschnitt K bleiben, und eine Curve der m-ten Classe umhüllen, dann beschreibt der Scheitelpunct a_2 desselben eine Curve der $m(m-1)$-ten Ordnung.

Und:

Bewegt sich eine Sehne $a a_1$, deren Länge veränderlich ist, in der Weise, dass die Endpunkte a, a_1 derselben stets conjugirte Pole bleiben und eine Curve m-ter Ordnung durchlaufen, dann umhüllt die Sehne eine Curve $m(m-1)$-ter Classe.

Herr von Beetz legte eine Abhandlung des Herrn E. Kittler vor:

„Die elektromotorische Kraft des Daniell-schen Elementes."

Einleitung.

Die meisten numerischen Angaben über die Grösse der elektromotorischen Kraft galvanischer Combinationen sind auf die des Daniell'schen Elementes als Einheit bezogen. Nun werden einerseits für diese empirische Norm von verschiedenen Physikern verschiedene Flüssigkeiten in Anwendung gebracht, indem entweder verdünnte Schwefelsäure oder eine Lösung von Zinksulfat oder auch Salzlösungen aus der Reihe der Chloride mit dem Zink in Berührung treten; andererseits hat man bis in die jüngste Zeit der durch Concentrationsunterschiede bedingten Veränderlichkeit der elektromotorischen Kraft nicht genügend Rechnung getragen. So lässt es sich verstehen, dass fast jeder Arbeit ein anderes Daniell'sches Element als Norm zu Grunde gelegt ist, ohne dass man diese verschiedenen Einheiten selbst in genaue Beziehung zu einander gebracht hätte. Auf diesen Uebelstand, der es fast zur Unmöglichkeit macht, werthvolle Angaben verschiedener Autoren einem strengen Vergleiche zu unterziehen, ist übrigens schon mehrfach hingewiesen worden. Ich denke hiebei vorzugsweise an die Abhandlung Fromme's „über

nung, welche die Schnittpuncte der Curven M, K zu vielfachen Puncten hat.

Und:

Umhüllen zwei Seiten A, A_1 eines Polardreiseit A A_1 A_2 in Bezug auf einen Kegelschnitt K eine Curve M der m-ten Classe, dann umhüllt die dritte Seite A_2 eine andere Curve (A_2), welche von der m (m — 1)-ten Classe ist und die gemeinschaftlichen Tangenten der Curven M, K zu vielfachen Tangenten hat.

4. Die Polaren der Puncte der Curve M umhüllen die reciproke Curve M_1 derselben, welche von der m-ten Classe ist. Die Tangenten der Curve M_1 werden in der Weise gepaart, dass sie stets zwei conjugirte Polaren in Bezug auf den Kegelschnitt K sind. Der Ort des Durchschnittspunctes a_2 von solchen zwei Geraden ist nach dem vorigen Theorem eine Curve der m (m — 1)-ten Ordnung.

Also:

Bewegt sich ein veränderlicher Winkel (A, A_1) derart, dass die Schenkel desselben stets conjugirte Polaren in Bezug auf einen Kegelschnitt K bleiben, und eine Curve der m-ten Classe umhüllen, dann beschreibt der Scheitelpunct a_2 desselben eine Curve der m(m — 1)-ten Ordnung.

Und:

Bewegt sich eine Sehne a a_1, deren Länge veränderlich ist, in der Weise, dass die Endpunkte a, a_1 derselben stets conjugirte Pole bleiben und eine Curve m-ter Ordnung durchlaufen, dann umhüllt die Sehne eine Curve m (m — 1)-ter Classe.

Herr von Beetz legte eine Abhandlung des Herrn E. Kittler vor:

„Die elektromotorische Kraft des Daniellschen Elementes."

Einleitung.

Die meisten numerischen Angaben über die Grösse der elektromotorischen Kraft galvanischer Combinationen sind auf die des Daniell'schen Elementes als Einheit bezogen. Nun werden einerseits für diese empirische Norm von verschiedenen Physikern verschiedene Flüssigkeiten in Anwendung gebracht, indem entweder verdünnte Schwefelsäure oder eine Lösung von Zinksulfat oder auch Salzlösungen aus der Reihe der Chloride mit dem Zink in Berührung treten; andererseits hat man bis in die jüngste Zeit der durch Concentrationsunterschiede bedingten Veränderlichkeit der elektromotorischen Kraft nicht genügend Rechnung getragen. So lässt es sich verstehen, dass fast jeder Arbeit ein anderes Daniell'sches Element als Norm zu Grunde gelegt ist, ohne dass man diese verschiedenen Einheiten selbst in genaue Beziehung zu einander gebracht hätte. Auf diesen Uebelstand, der es fast zur Unmöglichkeit macht, werthvolle Angaben verschiedener Autoren einem strengen Vergleiche zu unterziehen, ist übrigens schon mehrfach hingewiesen worden. Ich denke hiebei vorzugsweise an die Abhandlung Fromme's „über

die constanten Ketten"[1]), in welcher auch das Daniell'sche Element in der Zusammensetzung mit Zinksulfat einer umfassenden Untersuchung unterzogen wurde. Fromme bestätigt hierin die bereits von Svanberg[2]) angeführte Thatsache, dass die elektromotorische Kraft der Combination

$$Zn,\ ZnSO_4,\ CuSO_4,\ Cu$$

mit Verdünnung der Zinksulfatlösung zu-, mit dem Gehalt an Kupfersulfat dagegen abnimmt. Kurz vor der Fromme'schen Arbeit sind zwei Berichte[3]) über denselben Gegenstand veröffentlicht worden, die in ihren Resultaten mehr oder minder von obigem abweichen. Insbesondere sind die theoretischen Erwägungen und praktischen Versuche Baumgartner's mit allem in dieser Richtung vorhandenen in direktem Widerspruche, indem mit Verdünnung der Kupfersulfatlösung eine Erhöhung der elektromotorischen Kraft eintreten sollte, während das Experiment selbst vollständige Constanz ergibt. Dieser Umstand findet nach Fromme's Ansicht in der von Baumgartner angewandten Methode eine hinreichende Erklärung, und man kann wohl über die wirklichen Verhältnisse im $ZnSO_4$-Element nicht mehr im Zweifel sein.

Dagegen lassen die bisher angestellten Versuche über das Daniell'sche Element

$$Zn,\ H_2SO_4,\ CuSO_4,\ Cu$$

noch mancherlei Lücken. Zwar ist längst bekannt, dass eine stärkere Säure die elektromotorische Kraft erhöht; es ist diess von Poggendorf[4]), Svanberg[5])

---

1) Fromme, Wiedemann's Ann. 1879, VIII; p. 326.

2) Svanberg, Pogg. Ann. 1848, LXXIII; p. 290.

3) F. Streintz, Carl's Repert. 1879, XV; p. 6. G. Baumgartner, ibid., p. 105.

4) Poggendorf, Pogg. Ann. 1845, LXX; p. 60.

5) Svanberg, Pogg. Ann 1848, LXXIII; p. 290.

und Baumgartner[6]) übereinstimmend constatirt, wenn auch J. Thomsen[7]) in seiner vielgenannten Arbeit über „chemische Energie und elektromotorische Kraft" für eine schwächere Säure eine grössere elektromotorische Kraft findet. Dagegen blieb bis jetzt unerörtert, wie sich im H_2SO_4-Element die freie Spannung ändert, wenn bei gleichbleibender Säure ein Unterschied in den Concentrationsverhältnissen des Kupfersulfats herrscht. Es liegt die Vermuthung nahe, dass auch hier mit Verdünnung des Kupfersulfats eine Minderung der elektromotorischen Kraft sich geltend machen müsse; und es hat fast den Anschein, als ob man in dieser Voraussetzung experimentelle Studien unterlassen hätte. In Wirklichkeit bieten aber beide Elemente vollständig verschiedene Verhältnisse dar.

Die elektromotorische Kraft eines Daniell'schen Elements ist mitbedingt durch die an der Berührungsstelle der beiden Flüssigkeiten auftretende freie Spannung, diese selbst aber wird im allgemeinen je nach dem Concentrationsgrade der einen oder der andern Flüssigkeit verschiedene Werthe annehmen. Während nun in der Combination Zn, $ZnSO_4$, $CuSO_4$, Cu zwei Salze zur Verwendung kommen, die in ihren verschiedenprocentigen Lösungen eine dem Volta'schen Spannungsgesetze ähnliche Gesetzmässigkeit befolgen[8]), zeigen die im H_2SO_4-Element benützten Flüssigkeiten diese Eigentümlichkeit nicht. Es ist diess eine durch zahlreiche Beobachtungen erwiesene Thatsache, die ihre Richtigkeit behält, mag man die an der Berührungsstelle der Flüssigkeiten auftretenden Spannungs-

6) Baumgartner, Carl's Rep. 1879, XV; p. 105.
7) Thomsen, Wiedem. Ann. 1880, XI; p. 246.
8) Wild, Pogg. Ann. 1858, CIII; p. 353.
Kittler, Wiedem. Ann. 1881, XII; p. 572 ff. Sitz.-B. der kgl. b. Akademie der Wissenschaften 1881, p. 113 ff.

differenzen mit den dort sich abspielenden chemischen Processen und deren Wärmetönungen in Zusammenhang bringen oder nicht. Gerade diese Thatsache aber ist es, die in beiden Combinationen eine nicht unwesentliche Rolle spielt. Es seien $+D_1$ und $+D_2$ die freien Spannungen in zwei verschiedenen, offen gedachten Daniell'schen Elementen, in welchen die das Zink umgebende Flüssigkeit F die gleiche ist, während das erste Element eine concentrirte Kupfersulfatlösung V_1, das andere eine Verdünnung V_2 enthält. Dann ist

$$+D_1 = Cu|V_1 + V_1|F + F|Zn,$$
$$+D_2 = Cu|V_2 + V_2|F + F|Zn,$$

und beide Elemente sind unterschieden durch die Grösse

$$\Delta = D_1 - D_2 = Cu|V_1 + V_1|F + F|V_2 + V_2|Cu.$$

Ist nun F eine Zinksulfat-Lösung L, so gilt die Beziehung

$$V_1|L + L|V_2 = V_1|V_2,$$

und die Differenz $D_1 - D_2$ lässt sich ausdrücken durch

$$\Delta_L = D_1 - D_2 = Cu|V_1 + V_1|V_2 + V_2|Cu.$$

Es wird nun

$$D_1 \gtrless D_2,$$

je nachdem Δ_L, d. h. die elektromotorische Kraft der Combination

$$Cu|V_1 + V_1|V_2 + V_2|Cu$$

eine in obigem Sinne positive oder negative Grösse ist. Die direkte Beobachtung liefert für die Potentialdifferenz

$$Cu|V_1 + V_1|V_2 + V_2|Cu$$

einen positiven Werth, d. h. es ist

$$D_1 > D_2:$$

die elektromotorische Kraft des Elements

$$Zn,\ ZnSO_4,\ CuSO_4,\ Cu$$

nimmt mit Verdünnung der Kupfersulfatlösung ab.

Da ferner die Grösse $V_1|V_2 = V_1|L + L|V_2$ unabhängig von dem Concentrationsgrade der $ZnSO_4$-Lösung, d. h.

$$V_1|V_2 = V_1|L_1 + L_1|V_2 = V_1|L_2 + L_2|V_2 = \ldots.$$

so folgt, dass die Abnahme Δ_L zweier Elemente für zwei bestimmte $CuSO_4$-Lösungen V_1 und V_2 und beliebig concentrirte Lösungen L die nämliche ist.

Diese Schlüsse werden hinfällig, wenn an Stelle der Salzlösung L eine Schwefelsäurelösung S tritt. In diesem Falle ist

$$D_1 - D_2 = Cu|V_1 + V_1|S + S|V_2 + V_2|Cu = \Delta_S.$$

Es ist aber

$$V_1|S + S|V_2 \text{ nicht gleich } V_1|V_2,$$

sondern

$$V_1|S + S|V_2 = V_1|V_2 \pm \alpha,$$

wobei α eine Funktion des Gehaltes an Schwefelsäurehydrat. Somit wird auch die Differenz

$$\Delta_S = D_1 - D_2$$

für zwei Daniell mit Kupfersulfatlösungen V_1 und V_2 nicht constant, sondern mit dem Concentrationsgrade der Schwefelsäure variiren.

Es kann daher nur eine specielle Untersuchung der einzelnen Fälle zur richtigen Entscheidung führen, und ich habe in Folgendem die Lösung dieser keineswegs leichten Aufgabe versucht.

---

§ 1. Anordnung der Versuche.

Zur Bestimmung elektromotorischer Kräfte bediene ich mich seit mehreren Jahren eines Edelmann'schen Cylinderquadranten-Elektrometers, eines Instruments, dessen Güte ich durch zahlreiche Messungen hinreichend erprobt habe. Von dem Gebrauche einer Zamboni'schen Säule, wie ich sie früher zum Laden der Aluminium-

nadel benützt hatte, musste ich aber diessmal absehen. Die Versuche fallen in die Wintermonate, zu welcher Zeit trockene Säulen unter äusserst ungünstigen Heizungsverhältnissen unserer Laboratoriumsräume zu leiden haben.

Als Ladungssäule diente vielmehr eine von Herrn Dr. Edelmann construirte Wasserbatterie aus 180 Volta'schen Elementen: Zink, Brunnenwasser, Kupfer.

Das Wasser befand sich in Reagenzcylindern, die von unten durch eine Glasplatte getragen und von einander durch Reihen von Glasstreifen getrennt gehalten wurden. Die freie Spannung dieser Kette erwies sich bald nach der Zusammensetzung als äusserst constant, so dass die durch ein und dieselbe galvanische Combination erzielte Ablenkung der Nadel wochenlang einen fast gleichen Werth annahm.

Diesem Umstande ist es wol hauptsächlich zuzuschreiben, dass die einzelnen Messungen, die oft Monate auseinander liegen, meist nur Differenzen von 0,1 bis 0,2 Procent aufweisen und dass die Grenze der Beobachtungsfehler 0,5 Procent niemals übersteigt.

Als sehr zweckmässig bewährten sich auch die in meiner letzten Arbeit erwähnten Heber, welche die Verbindung zwischen den getrennt stehenden Flüssigkeiten herstellten. Es sind diess rechtwinklig umgebogene, etwa 1 cm weite Glasröhren, die in der Mitte eine zum Eingiessen der Flüssigkeit bestimmte, mit Kork verschliessbare Oeffnung, an den Enden aber sehr enge Röhrchen tragen, so dass die Flüssigkeiten zwar in unmittelbare Berührung, aber nur in kleiner Fläche treten können.

Für jede Messung wurden sowol die Flüssigkeiten als auch die Heber erneuert, ein zwar zeitraubendes Verfahren, aber unerlässlich, wenn die Resultate den Grad obiger Genauigkeit erreichen sollen.

Die in den Elementen verwendeten Substanzen waren als chemisch rein bezogen und von mir noch besonders

auf ihre Reinheit geprüft worden. Die Salzlösungen und Verdünnungen des Schwefelsäurehydrats sind durch das specifische Gewicht, teilweise auch durch den Procentgehalt an Salz oder Säure charakterisirt. Da wir in unserm Laboratorium einen Destillationsapparat für Wasser besitzen, so konnte bezüglich der Gewinnung des zum Verdünnen bestimmten destillirten Wassers grosse Sorgfalt beobachtet werden. Von Metallen kommen Zink und Kupfer in Betracht. Das Zink war vollständig frei von Blei, Arsen, Antimon und sonstigen Verunreinigungen und in Stangen gegossen; zum Amalgamiren nahm ich verdünnte Schwefelsäure in dem Concentrationsgrade, in dem eben das Zink gebraucht werden sollte.

Die Kupferdrähte waren gleichfalls chemisch rein und ohne grosse Schwierigkeit sehr gleichmässig zu erlangen.

Die gesammte Aufstellung und Anordnung des Versuchsmaterials war insbesondere durch Anwendung des Beetz'schen Doppelschlüssels für elektrische Leitungen[9]) so günstig und bequem, dass das Ablesen der Ruhelage der Elektrometernadel, das gleichzeitige Einsenken der Metalle und des Hebers in die bereitstehenden Flüssigkeiten, sowie die Beobachtung der Ablenkung das Werk weniger Sekunden war.

Da ich beim Beginne meiner Arbeit keine sicheren Anhaltspunkte über den Einfluss der Temperatur auf die elektromotorische Kraft des Daniell'schen Elementes besass, so musste ich dafür Sorge tragen, dass die zu verschiedenen Zeiten angestellten Beobachtungen auf möglichst gleiche Temperaturen bezogen sind.

9) von Beetz, Sitz.-Ber. der kgl. b. Akademie d. W. 1880; p. 451. Wiedem. Ann. 1880, X; p. 348.

§ 2. Das Normalelement.

Eine ganz besondere Aufmerksamkeit muss jener Combination geschenkt werden, die als Einheit allen andern Bestimmungen zu Grunde gelegt wurde. Es ist diess ein Daniell'sches Element in der Zusammensetzung:

amalgamirtes chemisch reines Zink in verdünnter Schwefelsäure vom specifischen Gewicht 1,075 bei 18° C, chemisch reines Kupfer in concentrirter Kupfersulfatlösung vom spec. Gewicht 1,190 bis 1,200.

Die an dem nichtabgeleiteten Pole (Zink) auftretende freie Spannung wurde am Elektrometer vor, zwischen und nach jeder Versuchsreihe bestimmt, wobei jedesmal das Element vollständig neu hergestellt wurde. Ich hätte mir allerdings, wie ich am Abschlusse meiner Arbeit bemerkte, diesen Zeitaufwand theilweise ersparen können; es erwies sich nämlich mein Normalelement auch bei längerer Zusammensetzung als sehr constant.

Ich gebe in nachfolgender Tabelle eine der Versuchsreihen, die ich zur Prüfung des Elementes auf seine Constanz angestellt habe. Es wurde zunächst der Ausschlag für ein eben zusammengesetztes Element (Normalelement bez.) ermittelt. Alsdann blieb der Verbindungsheber mehrere Stunden in den beiden Flüssigkeiten, während die Metalle nicht eintauchten, sondern nur für den Moment der Beobachtung mit denselben in Berührung traten. Endlich liess ich auch die Metalle in den Flüssigkeiten und bestimmte von Zeit zu Zeit die Ablenkung der Nadel, während natürlich auch immer wieder das eigentliche Normalelement auf seinen Effekt geprüft wurde.

Charakter des Elements	Zeitdauer der Zusammensetzung	Effekt in Doppelmill. (2 m Abstand)	Normal-Element
Normalelement I	frisch zusammengesetzt	63,2	63,2
Normalelement II	„	63,1	63,1
Normalelement III	„	63,2	63,2
der Heber immer in den Flüssigkeiten, die Metalle nur während d. Beobachtung	1 Stunde	63,2	
	2 Stunden	63,1	
	3 Stunden	63,2	63,1
Heber und Metalle in den Flüssigkeiten	4 Stunden	63,2	
	5 Stunden	63,0	
	6 Stunden	63,0	63,0
	20 Stunden	62,7	63,1

Es war also innerhalb 6 Stunden eine wesentliche Aenderung der elektromotorischen Kraft nicht eingetreten, und erst nach 20-stündiger Zusammensetzung des Elements zeigte sich eine Abnahme von nur 0,6 %. Zu anderer Zeit angestellte Beobachtungen lieferten bei 24-stündiger Zusammensetzung Abnahmen von 0.5 bis 0,8 %, innerhalb der ersten 6 bis 8 Stunden jedoch war niemals eine merkbare Differenz zu verzeichnen.

Dabei beliefen sich die Temperaturschwankungen im Maximum auf 2 Grade.

Es entsteht die Frage, welchen Einfluss grössere Temperaturdifferenzen auf die elektromotorische Kraft des Normalelementes haben.

Auch in dieser Richtung stellte ich vielfache Beobachtungen an. Ein Normalelement wurde mehrere Stunden

lang in einem Wasserbade auf constanter Temperatur gehalten; dabei zeigte sich keine Aenderung der freien Spannung, obwohl die Combination zusammengesetzt blieb. Hierauf wurden die Flüssigkeiten in den Gläsern und im Heber auf dieselbe höhere Temperatur gebracht und von Zeit zu Zeit, während sich die Flüssigkeiten langsam abkühlten, die Ablenkung der Nadel bestimmt.

Temperatur t°	Ausschlag in Doppelmill.	Normal-Element
18,3		63,8
18,3		63,8
18,3		63,8
24,0	63,8	
23,5	63,8	
22,5	63,8	63,8
21,8	63,7	
21,0	63,8	
20,5	63,8	
18,3	63,7	
18,3		63,8
17,5		63,8

Es zeigte sich also innerhalb der 6 ½ Grade Temperaturdifferenz keine merkbare Aenderung der freien Spannung.

Diese Eigenschaft zeichnet die beschriebene Combination vortheilhaft vor dem in England vielfach gebrauchten Elemente von Latimer Clark aus, das allerdings eine seltene Constanz, aber auch einen ziemlich hohen Temperaturcoëfficienten besitzt. Ich werde übrigens diesen Gegenstand in einem „Anhange" noch ausführlicher behandeln und bemerke nur noch an dieser Stelle, dass

1 Latimer Clark bei 18° C = 1,217 Einheiten,
1 Element: Zink, conc. Zinksulfat, conc. Kupfersulfat, Kupfer = 0,886 Einheiten

der von mir gewählten Combination beträgt, so dass die 3 Elemente für die Temp. t = 18° C in dem Verhältnisse stehen

886 : 1000 : 1217.

§ 3. Ueber die Abhängigkeit der elektromotorischen Kraft des Daniell'schen Elementes von dem Concentrationsgrade der Schwefelsäure.

Aus reinem Schwefelsäurehydrat vom specifischen Gewicht 1,84 und destillirtem Wasser stellte ich eine Anzahl Verdünnungen her, von denen die an Schwefelsäure reicheren durch das specifische Gewicht, die übrigen durch spec. Gewicht und Volumenverhältniss des Wassers zu verdünnten Säuren charakterisirt sind.

Die Beobachtungen beziehen sich auf Lösungen vom spec. Gewicht 1,357 herab bis zu einer Verdünnung, die in einem Liter Wasser einen Tropfen Schwefelsäure vom spec. Gewicht 1,075 enthielt. Ich habe bereits erwähnt, dass ich als Amalgamsäure Schwefelsäure und zwar in dem Concentrationsgrade wählte, der für die betreffenden Messungen selbst angewandt werden sollte. Diess ist natürlich nur bis zu einer gewissen Grenze möglich; ist die Säure zu schwach, so vermag dieselbe das Zink nicht mehr von der Oxydschichte zu befreien, und es ist die Verwendung eines stärkeren Concentrationsgrades nicht zu umgehen.

Da nun aber das so amalgamirte Zink mit schwachen Säuren in Berührung treten soll, so muss dafür gesorgt werden, dass letztere durch die stets am amalgamirten Zink sich vorfindenden Säurereste nicht in ihrem Charakter eine

Aenderung erleiden. Man muss also das Zink vor dem Gebrauche längere Zeit in derjenigen Verdünnung abwaschen, deren Verhalten eben geprüft werden soll.

Aus diesem Grunde ist es geradezu unmöglich, das Verhalten von amalgamirtem Zink in reinem Wasser zu constatiren; auch das sorgfältigste Abwaschen und Abreiben genügt nicht, um die letzten Spuren der Amalgamsäure zu verwischen, und es ist in Folge dessen eine Constanz der freien Spannung von vorneherein nicht zu erwarten.

Ich habe wohl noch Verdünnungen in das Bereich meiner Untersuchungen gezogen, die noch weit unter der vorhin gegebenen Grenze liegen; ich bemerke aber ausdrücklich, dass die Mischung 1 Liter Wasser + 1 Tropfen verdünnter Säure vom spec. Gew. 1,075 das Minimum der Verdünnung sein dürfte, für welche noch constante Resultate erwartet werden konnten.

Es soll nun gezeigt werden, wie sich die freie Spannung im Daniell'schen Elemente ändert, wenn bei gleichbleibender Kupfersulfatlösung eine Aenderung in dem Verdünnungsgrade des Schwefelsäurehydrats eintritt. Die sich gleichbleibende $CuSO_4$-Lösung kann dabei entweder in allen Combinationen concentrirt oder in irgend einem bestimmten Grade der Verdünnung angewendet werden. Wir untersuchen zunächst den Einfluss der Concentrationsunterschiede der Säure, wenn eine gesättigte Kupfersulfatlösung das Kupfer umgibt.

Die in den nachfolgenden Tabellen gegebenen einzelnen Beobachtungsresultate entstammen meist ganz verschiedenen Zeiten; trotzdem sind dieselben von grosser Uebereinstimmung. Ich füge in der letzten Columne unter der Bezeichnung δ_m das Maximum der Beobachtungsdifferenzen für die betr. Combination bei.

Tabelle I.

Concentrirte Kupfersulfatlösung vom spec. Gewicht 1,190 bis 1,200.

Temperatur der Flüssigkeiten: 17—19 Grad C.

Fortl. Nr.	Charakter der Schwefelsäure	Elektromotorische Kraft Normal-Element = 1: Einzelne Beobachtungen	Mittel	δ_m
1	Δ = 1,357 bei 17°	0,978 0,978 0,978	0,978	0,0 %
2	Δ = 1,266 bei 19°	0,996 0,998 0,996 0,996		
		0,996 0,996 0,996 0,996	0,996	0,2 %
3	Δ = 1,222 bei 16°	1,003 1,003 1,003 1,002		
		1,003	1,003	0,1 %
4	Δ = 1,186 bei 16°	1,007 1,007 1,007 1,009		
		1,007 1,008 1,008 1,008	1,008	0,2 %
5	Δ = 1,133 bei 16°	1,005 1,006 1,005 1,005		
		1,005 1,005 1,005	1,005	0,1 %
6	Δ = 1,075 bei 18°	Normalelement	1,000	—
7	Δ = 1,050 bei 16°	0,997 0,997 0,997 0,998		
		0,997	0,997	0,1 %
8	Δ = 1,037 bei 17°	0,992 0,992 0,992 0,991		
		0,992 0,991 0,990 0,992		
		0,992	0,992	0,2 %
9	Δ = 1,007 bei 19°	0,981 0,980 0,979 0,975		
		0,976 0,978 0,976 0,979		
		0,979 0,979	0,979	0,5 %
10	Δ = 1,0051 bei 16°: 750 ccm H_2O + 75 ccm verd. H_2SO_4 v. spec. G. 1,050	0,977 0,977 0,977 0,977		
		0,977 0,977 0,976 0,978		
		0,978	0,977	0,2 %
11	Δ = 1,0035 bei 17°: 750 ccm H_2O + 50 ccm verd. H_2SO_4 v. spec. G. 1,050	0,971 0,973 0,973 0,972		
		0,972 0,972	0,972	0,2 %
12	Δ = 1,0011 bei 16°: 750 ccm H_2O + 100 ccm verd. H_2SO_4 v. spec. G. 1,007	0,965 0,965 0,966 0,966		
		0,965 0,967 0,967 0,966		
		0,967 0,967 0,966 0,966		
		0,967 0,966 0,965 0,965		
		0,966 0,966	0,966	0,2 %

Fortl. Nr.	Charakter der Schwefelsäure	Elektromotorische Kraft Normalelement = 1		δ_m
		Einzelne Beobachtungen	Mittel	
13	1 Lit. H_2O + 20 Tropfen verd. H_2SO_4 v. spec. G. 1,250	0,954 0,954 0,954	0,954	0,0 %
14	1 Lit H_2O + 11 Tropfen verd. H_2SO_4 v. spec. G. 1,250	0,952 0,952 0,951 0,951	0,952	0,1 %
15	1 Liter H_2O + 6 Tropfen verd. H_2SO_4 v. spec. G. 1,250	0,948 0,947 0,948 0,948	0,948	0,1 %
16	1 Liter H_2O + 2 Tropfen verd. H_2SO_4 v. spec. G. 1,250	0,938 0,938 0,938	0,938	0,0 %
17	1 Liter H_2O + 1 Tropfen verd. H_2SO_4 v. spec. G. 1,075	0,920 0,920 0,921	0,920	0,1 %

Aus dieser Tabelle ergibt sich folgendes Resultat.

Die elektromotorische Kraft des Daniell'schen Elementes, in welchem das Kupfer von concentrirter Kupfersulfatlösung umgeben ist, wächst mit dem Gehalte an Schwefelsäurehydrat, jedoch nur bis zu einer gewissen Grenze; der Maximalwerth wurde beobachtet für einen Concentrationsgrad vom spec. Gew. 1,186 (nach Gewichtstheilen circa 25 % H_2SO_4), während die Anwendung einer Säure vom spec. Gewicht 1,222 (c. 30 %) bereits wieder eine Abnahme der freien Spannung erzielte. Das Maximum liegt also zwischen

$$\Delta = 1{,}19 \text{ und}$$
$$\Delta = 1{,}22,$$

d. h. zwisch C = 25 und 30 %.

So lange keine zuverlässigen Messungen über die Potentialdifferenzen Zink|Schwefelsäure und Schwefels.|Kupfer-

sulfat und deren Aenderungen mit dem Procentgehalt an Säure vorhanden sind, lässt sich wohl schwerlich entscheiden, wodurch der Zuwachs an freier Spannung bedingt ist. Die diesbezüglichen Angaben sind einander so widersprechend, dass sie unmöglich Anhaltspunkte zur Beantwortung obiger Frage bieten können. Dagegen dürfte die allmählich schwächer werdende Zunahme und der plötzliche Abfall der elektromotorischen Kraft für stärkere Säuren eine Erklärung in dem allmählich sich steigernden Auflösen des Zinks und der damit vermehrten Bildung von Zinksulfat finden, da ja bekanntlich diejenigen Daniell'schen Elemente, in denen das Zink von vorneherein mit $ZnSO_4$ umgeben ist, eine kleinere elektromotorische Kraft als das H_2SO_4-Element aufweisen.

Eine ähnliche Ansicht entwickelt Fromme[10]), der in seinen Untersuchungen über constante Ketten im Grove'schen Element ein durch die Schwefelsäure bedingtes Maximum der elektromotorischen Kraft beobachtet und zwar an der gleichen Stelle (zwischen 25- und 35 %iger H_2SO_4), wie ich sie für das Daniell'schen Element gefunden.

Auch den Beobachtungsreihen Baumgartner's[11])

40	Vol.-Th.	H_2SO_4	+	100	Th.	H_2O	e = 1,06
50	„	„	+	100	„	„	e = 1,06
80	„	„	+	100	„	„	e = 1,07
100	„	„	+	100	„	„	e = 1,04

ist zu entnehmen, dass eine stärker concentrirte Säure im Daniell'schen Element einen Abfall der elektromotorischen Kraft bedingt.

In den nun folgenden tabellarischen Zusammenstellungen ist die concentrirte Kupfersulfatlösung durch irgend

10) Fromme, Wiedem. Ann. 1879, VIII; p. 342.
11) Baumgartner, Carl's Repert. 1879, XV; p. 209.

eine Verdünnung dieses Salzes ersetzt, während die verschiedenen Schwefelsäurelösungen den gleichen Procentgehalt wie in Tabelle I besitzen.

Tabelle II.

Verdünnte Kupfersulfatlösung vom spec. Gewicht 1,062 bei 17°.
(10 Gew. Th. $CuSO_4$ + 100 Gew. Th. H_2O.)

Fortl. Nr.	Charakter der Schwefelsäure	Elektromotorische Kraft Normalelement = 1 — Einzelne Beobachtungen	Mittel	δ_m
1	Δ = 1,357 bei 17°	0,991 0,991	0,991	0,0 %
2	Δ = 1,266 bei 19°	1,008 1,008	1,008	0,0 %
3	Δ = 1,222 bei 16°	1,015 1,015 1,015	1,015	0,0 %
4	Δ = 1,186 bei 16°	1,020 1,021 1,020 1,020 1,020	1,020	0,1 %
5	Δ = 1,133 bei 16°	1,017 1,017 1,016 1,017	1,017	0,1 %
6	Δ = 1,075 bei 18°	1,012 1,012 1,011 1,012 1,012 1,011 1,012 1,012 1,009 1,011 1,012	1,011	0,3 %
7	Δ = 1,050 bei 16°	1,005 1,006 1,005 1,006	1,006	0,1 %
8	Δ = 1,037 bei 17°	1,001 1,001 1,001 1,000 1,000 1,000 1,000	1,000	0,1 %
9	Δ = 1,007 bei 19°	0,986 0,988 0,986 0,987 0,987	0,987	0,2 %
10	Δ = 1,0051 bei 16°	0,981 0,981 0,981	0,981	0,0 %
11	Δ = 1,0035 bei 17°	0,973 0,973	0,973	0,0 %
12	Δ = 1,0011 bei 16°	0,965 0,965	0,965	0,0 %
13	1 Lit. H_2O + 20 Tropfen (1,250)	0,951 0,951 0,951	0,951	0,0 %
14	1 Lit. H_2O + 11 Tropfen (1,250)	—	—	—
15	1 Lit. H_2O + 6 Tropfen (1,250)	0,944 0,944 0,944	0,944	0,0 %
16	1 Lit. H_2O + 2 Tropfen (1,250)	0,933 0,934 0,934 0,933 0,933	0,933	0,1 %
17	1 Lit. H_2O + 1 Tropfen (1,075)	—	—	—

Tabelle III.

Verdünnte Kupfersulfatlösung vom spec. Gewicht 1,0045 bei 18°.

(0,6 Gew. Th. $CuSO_4$ + 100 Gew. Th. H_2O.)

Fortl. Nr.	Charakter der Schwefelsäure	Elektromotorische Kraft Normalelement = 1 Einzelne Beobachtungen	Mittel	δ_m
1	Δ = 1,357 bei 17°	1,022 1,019 1,019 1,019	1,020	0,3 %
2	Δ = 1,266 bei 19°	1,027 1,027 1,027	1,027	0,0 %
3	Δ = 1,222 bei 16°	1,032 1,033 1,033 1,034 1,034	1,033	0,2 %
4	Δ = 1,186 bei 16°	1,038 1,039 1,039 1,039 1,039 1,038 1,038 1,039 1,038 1,041 1,041	1,039	0,3 %
5	Δ = 1,133 bei 16°	1,034 1,033 1,033 1,034 1,033 1,031 1,033	1,033	0,3 %
6	Δ = 1,075 bei 18°	1,023 1,022 1,022 1,022 1,025 1,024 1,026 1,026 1,025 1,022 1,025 1,024 1,024 1,024 1,024 1,024 1,024	1,024	0,4 %
7	Δ = 1,050 bei 16°	1,020 1,021 1,020	1,020	0,1 %
8	Δ = 1,037 bei 17°	1,015 1,013 1,013 1,013 1,014 1,013 1,014 1,014 1,015	1,014	0,2 %
9	Δ = 1,007 bei 19°	0,999 1,001 1,999 1,000 1,001 1,000 1,000 0,999 0,999 0.999 0,998	0,999	0,3 %
10	Δ = 1,0051 bei 16°	0,989 0,989 0,989 0,989 0,989 0,989	0,989	0,0 %
11	Δ = 1,0035 bei 17°	0,975 0,975 0,975 0,976	0,975	0,1 %
12	Δ = 1,0011 bei 16°	0,966 0,967 0,966 0,966 0,966 0,965 0,965	0,966	0,2 %
13	1 L. H_2O + 20 Tr. (1,250)	0,944 0,944 0,944	0,944	0,0 %
14	1 L. H_2O + 11 Tr. (1,250)	0,935 0,935 0,935 0,934 0,934 0,933 0,933 0,931 0,933 0,933	0,934	0,4 %
15	1 L. H_2O + 6 Tr. (1,250)	0,932 0,932 0,932	0,932	0,0 %
16	1 L. H_2O + 2 Tr. (1,250)	0,920 0,920 0,920	0,920	0,0 %
17	1 L. H_2O + 1 Tr. (1,075)	0,897 0,899	0,898	0,2 %

Tabelle IV.

Verdünnte Kupfersulfatlösung vom spec. Gewicht 1,0015 bei 16°.

(0,2 Gew. Th. $Cu SO_4$ + 100 Gew. Th. $H_2 O$.)

Fortl. Nr.	Charakter der Schwefelsäure	Elektromotorische Kraft Normalelement = 1 — Einzelne Beobachtungen	Mittel	δ_m
1	Δ = 1,357 bei 17°	—	—	—
2	Δ = 1,266 bei 19°	1,037 1,038 1,037 1,037	1,037	0,1 %
3	Δ = 1,222 bei 16°	1,043 1,044 1,044 1,044	1,044	0,1 %
4	Δ = 1,186 bei 16°	1,048 1,048 1,049 1,049	1,049	0,1 %
5	Δ = 1,133 bei 16°	1,042 1,042 1,042 1,041 1,041	1,042	0,1 %
6	Δ = 1,075 bei 18°	1,033 1,034 1,033	1,033	0,1 %
7	Δ = 1,050 bei 16°	1,028 1,028 1,029	1,028	0,1 %
8	Δ = 1,037 bei 17°	1,019 1,020 1,019	1,019	0,1 %
9	Δ = 1,007 bei 19°	1,004 1,004 1,004 1,005 1,005	1,004	0,1 %
10	Δ = 1,0051 bei 16°	0,994 0,994 0,994	0,994	0,0 %
11	Δ = 1,0035 bei 17°	0,976 0,976 0,976	0,976	0,0 %
12	Δ = 1,0011 bei 18°	0,965 0,965 0,966 0,965 0,965	0,965	0,1 %
13	1 L. H_2O + 20 Tr. (1,250)	0,938 0,936 0,936	0,937	0,2 %
14	1 L. H_2O + 11 Tr. (1,250)	0,931 0,931	0,931	0,0 %
15	1 L. H_2O + 6 Tr. (1,250)	0,926 0,926	0,926	0,0 %
16	1 L. H_2O + 2 Tr. (1,250)	0,915 0,915 0,915	0,915	0,0 %
17	1 L. H_2O + 1 Tr. (1,075)	—	—	—

Um die in den Tabellen I bis IV niedergelegten Beobachtungen von einem gemeinsamen Gesichtspunkte aus betrachten zu können, stelle ich die als Mittel für die elektromotorischen Kräfte gefundenen Resultate in folgender Tabelle übersichtlich zusammen.

Das Normalelement, dessen elektromotorische Kraft = 1 gesetzt ist, enthält Schwefelsäure vom spec. Gewicht 1,075 bei 18° C und concentrirten Kupfervitriol.

Tabelle V.

	Charakter der Schwefelsäure S	Concentrationsgrad der Kupfersulfatlösungen (Gew.-Th. Salz + 100 Gew.-Th. Wasser)			
		conc.	10 : 100	0,6 : 100	0,2 : 100
		V_1	V_2	V_3	V_4
S_1	Δ = 1,357 bei 17°	0,978	0,991	1,020	—
S_2	Δ = 1,266 bei 19°	0,996	1,008	1,027	1,037
S_3	Δ = 1,222 bei 16°	1,003	1,015	1,033	1,044
S_4	Δ = 1,186 bei 16°	**1,008**	**1,020**	**1,039**	**1,049**
S_5	Δ = 1,133 bei 16°	1,005	1,017	1,033	1,042
S_6	Δ = 1,075 bei 18°	**1,000**	1,011	1,024	1,033
S_7	Δ = 1,050 bei 16°	0,997	1,006	1,020	1,028
S_8	Δ = 1,037 bei 17°	0,992	1,000	1,014	1,019
S_9	Δ = 1,007 bei 19°	0,979	0,987	0,999	1,004
S_{10}	Δ = 1,0051 bei 16°	0,977	0,981	0,989	0,994
S_{11}	Δ = 1,0035 bei 17°	0,972	0,973	0,975	0,976
S_{12}	Δ = 1,0011 bei 16°	**0,966**	**0,965**	**0,966**	**0,965**
S_{13}	1 L. H_2O + 20 Tr. S. v. sp. G. 1,250	0,954	0,951	0,944	0,937
S_{14}	1 L. H_2O + 11 Tr. S. v. sp G 1,250	0,952	—	0,934	0,931
S_{15}	1 L. H_2O + 6 Tr. S. v. sp. G. 1,250	0,948	0,944	0,932	0,926
S_{16}	1 L. H_2O + 2 Tr. S. v. sp. G 1,250	**0,938**	**0,933**	**0,920**	**0,915**
S_{17}	1 L. H_2O + 1 Tr. S. v. sp. G 1,075	0,920	—	—	—

Als untere Grenze der elektromotorischen Kraft des Daniell'schen Elementes wähle ich die 16. Horizontalreihe; die in derselben aufgeführten vier Combinationen haben die Säure S_{16} (1 Liter + 2 Tropfen verdünnte Schwefelsäure vom spec. Gewicht 1,25) gemeinsam, unterscheiden sich aber durch den verschiedenen Procentgehalt (V_1, V_2, V_3, V_4) an Kupfersulfat.

Ich bezeichne der Reihe nach die freien Spannungen der genannten 4 Elemente mit

$$D_{16 \cdot 1} \quad D_{16 \cdot 2} \quad D_{16 \cdot 3} \quad D_{16 \cdot 4},$$

wobei sich also der erstere Index auf die Säure, der

andere auf die Kupfersulfatlösung bezieht; dann ist

$$D_{16,1} = Zn|S_{16} + S_{16}|V_1 + V_1|Cu = 0{,}938\ D$$
$$D_{16,2} = Zn|S_{16} + S_{16}|V_2 + V_2|Cu = 0{,}933\ D$$
$$D_{16,3} = Zn|S_{16} + S_{16}|V_3 + V_3|Cu = 0{,}920\ D$$
$$D_{16,4} = Zn|S_{16} + S_{16}|V_4 + V_4|Cu = 0{,}915\ D.$$

Um nun den durch eine Verstärkung der Säure bedingten Zuwachs der elektromotorischen Kraft zu erhalten, brauche ich nur obige Werthe $D_{16,1}$, $D_{16,2}$, $D_{16,3}$, $D_{16,4}$ der Reihe nach von den in derselben Vertikalreihe aufgeführten Zahlen zu subtrahiren.

Nehme ich beispielsweise die 1. Vertikalreihe, dann ist

$$D_{1,1} - D_{16,1} = 0{,}978 - 0{,}938 = 0{,}040\ D$$
$$D_{2,1} - D_{16,1} = 0{,}996 - 0{,}938 = 0{,}058\ D$$
$$\cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot$$
$$D_{15,1} - D_{16,1} = 0{,}948 - 0{,}938 = 0{,}010\ D;$$

für die 2. Vertikalreihe:

$$D_{1,2} - D_{16,2} = 0{,}991 - 0{,}933 = 0{,}058\ D$$
$$D_{2,2} - D_{16,2} = 1{,}008 - 0{,}933 = 0{,}075\ D$$
u. s. f.

Auf diese Weise entsteht das nachfolgende Schema, das uns die Zunahme der elektromotorischen Kraft in Tausendstel Einheiten veranschaulicht.

Tabelle VI.

	Schwefelsäure	Kupfersulfat conc.	10 : 100	0,6 : 100	0,2 : 100
		V_1	V_2	V_3	V_4
S_1	Δ = 1,357	40	58	100	—
S_2	Δ = 1,266	58	75	107	122
S_3	Δ = 1,222	65	82	113	129
S_4	Δ = 1,186	**70**	**87**	**119**	**134**
S_5	Δ = 1,133	67	84	113	127
S_6	Δ = 1,075	62	78	104	118
S_7	Δ = 1,050	59	73	100	113
S_8	Δ = 1,037	54	67	94	104
S_9	Δ = 1,007	41	54	79	89
S_{10}	Δ = 1,0051	39	48	69	79
S_{11}	Δ = 1,0035	34	40	55	61
S_{12}	Δ = 1,0011	28	32	46	50
S_{13}	20 Tropfen	16	18	24	22
S_{14}	11 "	14	—	14	16
S_{15}	6 "	10	11	12	11
S_{16}	2 "	0	0	0	0

Es zeigt sich somit, dass die aus Tabelle I gefolgerten Schlüsse auch dann noch ihre Giltigkeit haben, wenn an die Stelle einer concentrirten $CuSO_4$-Lösung irgend welche Verdünnung dieses Salzes tritt:

Die elektromotorische Kraft des Daniell'schen Elementes

$$Zn,\ H_2SO_4,\ CuSO_4,\ Cu$$

nimmt mit dem Procentgehalt der Säure zu; sie

erreicht ein Maximum, das bei Anwendung concentrirter oder verdünnter Kupfervitriollösungen an der gleichen Stelle, nämlich für 25 bis 30%ige Schwefelsäure eintritt; bei weiterem Gehalt an Schwefelsäurehydrat nimmt die freie Spannung wieder ab.

Die Erhöhung der elektromotorischen Kraft vollzieht sich jedoch für die verschiedenen Concentrationsgrade des $CuSO_4$ nicht in dem gleichen Verhältnisse. Es ist ja

$$D_{4,1} - D_{16,1} = 0{,}070\ D$$
$$D_{4,2} - D_{16,2} = 0{,}087\ D$$
$$D_{4,3} - D_{16,3} = 0{,}119\ D$$
$$D_{4,4} - D_{16,4} = 0{,}134\ D, \text{ und}$$

$$D_{16,1} : D_{4,1} = 1000 : 1075$$
$$D_{16,2} : D_{4,2} = 1000 : 1093$$
$$D_{16,3} : D_{4,3} = 1000 : 1130$$
$$D_{16,4} : D_{4,4} = 1000 : 1146,$$

d. h. der Zuwachs wird um so bedeutender, je verdünnter die $CuSO_4$-Lösung genommen wird, und er ist am grössten, wenn das Kupfer von reinem Wasser umgeben ist. Diess ergibt sich aus nachfolgender Zusammenstellung über die

elektromotorische Kraft der Combination *Zn*, H_2SO_4, H_2O, *Cu* für verschiedenprocentige H_2SO_4-Lösungen.

Tabelle VII.

$\Delta = 1{,}075$	$\Delta = 1{,}050$	$\Delta = 1{,}037$	$\Delta = 1{,}007$	$\Delta = 1{,}0051$	$\Delta = 1{,}0035$	$\Delta = 1{,}0011$	1 Liter H_2O + 15 Tropfen H_2SO_4 (1,25)	1 Liter H_2O + 11 Tropfen	1 Liter H_2O + 6 Tropfen	1 Liter H_2O + 2 Tropfen	1 Liter H_2O + 1 Tropfen (1,075)
S_6	S_7	S_8	S_9	S_{10}	S_{11}	S_{12}	—	S_{14}	S_{15}	S_{16}	S_{17}
1,076	1,069	1,058	1,039	—	1,019	1,004	0,973	0,956	0,944	0,907	0,874

Bezeichne ich das Element mit der Säure 16 und destillirtem Wasser mit $D_{16,0}$, das Element mit S_6 und H_2O mit $D_{6,0}$, so berechnet sich das Verhältniss

$$D_{16,0} : D_{6,0} = 1000 : 1231,$$

während

$$D_{16,4} : D_{6,4} = 1000 : 1129$$
$$D_{16,3} : D_{6,3} = 1000 : 1113$$
$$D_{16,2} : D_{6,2} = 1000 : 1084$$
$$D_{16,1} : D_{6,1} = 1000 : 1064.$$

Die Beobachtung der Potentialdifferenz derjenigen Combinationen, in denen das Kupfer von H_2O umgeben ist, hat mit der grössten Vorsicht zu geschehen; sobald nur eine Spur Schwefelsäure mit dem Wasser sich vermischt hat, sinkt sofort die elektromotorische Kraft. Ich vermuthe daher, dass die oben gegebenen Zahlen namentlich für die stärkeren Säuren zu klein ausgefallen sind Die erhebliche Veränderung, die der Zusatz einer Spur H_2SO_4 zu destillirtem Wasser hervorruft, constatirt auch Fromme[12]) gelegentlich einer Untersuchung über den Einfluss der Concentration auf die elektromotorische Kraft des Elementes Zn, H_2SO_4, Cu. Fromme bringt einen Zinkcylinder in verdünnte Schwefelsäure, einen Kupferdraht in destillirtes Wasser und verbindet beide Flüssigkeiten durch einen capillar ausgezogenen, ebenfalls mit verdünnter Säure gefüllten Heber. Während nun die Potentialdifferenz dieser Combination, d. h.

$$Zn|H_2SO_4 + H_2SO_4|H_2O + H_2O|Cu = 1,095$$

in der von Fromme gewählten Einheit beträgt, sinkt dieselbe sofort auf 1,016, wenn auch nur die minimalste Menge Säure dem Wasser zugesetzt wird.

---

12) Fromme, Wiedem. Ann. 1881; XII, p. 418 ff.

§ 4. Ueber die Abhängigkeit der elektromotorischen Kraft des Daniell'schen Elementes von dem Concentrationsgrade der Kupfersulfatlösung.

Ein Blick auf die in Tabelle V gegebene Zusammenstellung sämmtlicher Resultate überzeugt uns sofort, dass Veränderungen der Kupfersulfatlösung bei gleichbleibender Schwefelsäure ganz eigenthümliche Verhältnisse hervorrufen.

Die 4. Horizontalreihe enthält die numerischen Werthe der elektromotorischen Kräfte in den 4 Combinationen

$$D_{4,1}\ D_{4,2}\ D_{4,3}\ D_{4,4},$$

in welchen die Säure S_4 die gleiche, dagegen der Kupfervitriol verschieden ist.

Da

$$D_{4,1} < D_{4,2} < D_{4,3} < D_{4,4},$$

so ergibt sich für diese Reihe eine Erhöhung der Potentialdifferenz mit Verdünnung der Kupfersulfatlösung; dagegen zeigt die 12. Horizontalreihe die Beziehung

$$D_{12,1} = D_{12,2} = D_{12,3} = D_{12,4},$$

d. h. keine durch Concentrationsunterschiede im $CuSO_4$ bedingte Aenderung, und Reihe 16 eine Abnahme der elektromotorische Kraft mit Verdünnung des Kupfersulfats:

$$D_{16,1} > D_{16,2} > D_{16,3} > D_{16,4}.$$

Die nachfolgende Tabelle soll uns nun einen Gesammtüberblick über den Einfluss des Concentrationsgrades der $CuSO_4$-Lösung verschaffen, zu welchem Zwecke das erste Glied jeder Horizontalreihe von den darauffolgenden Zahlen der Reihe nach subtrahirt wurde:

$$D_{1,2} - D_{1,1} = 0{,}991 - 0{,}978 = 0{,}013\ D$$
$$D_{1,3} - D_{1,1} = 1{,}020 - 0{,}978 = 0{,}042\ D$$
$$D_{1,4} - D_{1,1} = \quad . \quad . \quad . \quad . \quad .$$

Tabelle VIII.

Schwefelsäure		Kupfersulfat			
		conc.	10 : 100	0,6 : 100	0,2 : 100
		V_1	V_2	V_3	V_4
S_1	Δ = 1,357	0	+ 13	+ 42	
S_2	Δ = 1,266	0	+ 12	+ 31	+ 41
S_3	Δ = 1,222	0	+ 12	+ 30	+ 41
S_4	Δ = 1,186	0	+ 12	+ 31	+ 41
S_5	Δ = 1,133	0	+ 12	+ 28	+ 37
S_6	Δ = 1,075	0	+ 11	+ 24	+ 33
S_7	Δ = 1,050	0	+ 9	+ 23	+ 31
S_8	Δ = 1,037	0	+ 8	+ 22	+ 27
S_9	Δ = 1,007	0	+ 8	+ 20	+ 25
S_{10}	Δ = 1,0051	0	+ 4	+ 12	+ 17
S_{11}	Δ = 1,0035	0	+ 1	+ 2	+ 4
S_{12}	Δ = 1,0011	0	— 1	± 0	— 1
S_{13}	20 Tropfen	0	— 3	— 10	— 17
S_{14}	11 "	0		— 18	— 21
S_{15}	6 "	0	— 4	— 16	— 22
S_{16}	2 "	0	— 5	— 18	— 23

Während also bei Anwendung stärkerer Säuren die freie Spannung im Daniell'schen Element um so grösser wird, je verdünnter die Kupfersulfatlösung, zeigt sich bei Anwendung sehr schwacher Säuren eine Abnahme der elektromotorischen Kraft mit zunehmender Verdünnung. Der Uebergang von dem einen in das andere Extrem erfolgt allmählich; d. h. der Zuwachs wird nach und nach kleiner und geht durch Null hindurch in's Negative.

Dabei erfolgt der Durchgang durch den Nullpunkt für die vier $CuSO_4$-Lösungen fast gleichzeitig; mit andern Worten: es existirt ein Concentrationsgrad der Säure, für welchen ein Daniell'sches Element die gleiche Spannung liefert, mag der $CuSO_4$ concentrirt oder irgendwie verdünnt sein.

Die betreffende Schwefelsäurelösung hat das specifische Gewicht **1,0011** bei 16° und ist zusammengesetzt aus 750 ccm H_2O und 100 ccm verdünnter H_2SO_4 vom spec. Gewicht 1,007.

Unter dieser Grenze nimmt die elektromotorische Kraft mit zunehmender Verdünnung um so rascher ab, je mehr sich die Schwefelsäure dem Wasser nähert.

Dieses charakteristische Verhalten lässt vermuthen, dass bei der Aenderung der elektromotorischen Kraft, bedingt durch die Concentration der Flüssigkeiten, nicht nur die Grenze zwischen den Metallen und den Flüssigkeiten, sondern auch die an der Berührungsstelle der beiden Flüssigkeiten selbst auftretenden Potentialdifferenzen von wesentlichem Einflusse seien.

Es lässt sich dies übrigens direkt beweisen, indem man die in den Tabellen VI und VIII gebildeten Zahlen durch die entsprechenden Spannungsdifferenzen ausdrückt. Wir entnehmen z. B. der 4. Horizontalreihe in Tabelle VI:

$$D_{4,1} - D_{16,1} = \{Zn|S_4 + S_4|V_1 + V_1|Cu\} - \{Zn|S_{16} + S_{16}|V_1 + V_1|Cu\}, \text{ d. i.}$$

$$D_{4,1} - D_{16,1} = Zn|S_4 + S_4|V_1 + V_1|S_{16} + S_{16}|Zn = 0{,}070\ D$$
$$D_{4,2} - D_{16,2} = Zn|S_4 + S_4|V_2 + V_2|S_{16} + S_{16}|Zn = 0{,}087\ D$$
$$D_{4,3} - D_{16,3} = Zn|S_4 + S_4|V_3 + V_3|S_{16} + S_{16}|Zn = 0{,}119\ D$$
$$D_{4,4} - D_{16,4} = Zn|S_4 + S_4|V_4 + V_4|S_{16} + S_{16}|Zn = 0{,}134\ D.$$

Da in diesen vier Combinationen je die ersten und letzten Glieder identisch sind, so folgt, dass die Summe der beiden mittleren Glieder, bez.

$$S_4|V_1 + V_1|S_{16}$$
$$S_4|V_2 + V_2|S_{16}$$
$$S_4|V_3 + V_3|S_{16}$$
$$S_4|V_4 + V_4|S_{16}$$

eine mit dem Concentrationsgrade des Kupfervitriols variable Grösse ist, etwa

$$S_4|V + V|S_{16} = S_4|S_{16} \pm f(V),$$

und allgemein

$$S_a|V + V|S_b = S_a|S_b \pm f(V) \quad . \; . \; . \; . \quad I.$$

Ferner ist mit Bezugnahme auf die 4., 12. und 16. Horizontalreihe der Tabelle VIII

$$D_{4,4} - D_{4,1} = Cu|V_1 + V_1|S_4 + S_4|V_4 + V_4|Cu = +0{,}041\,D$$
$$D_{12,4} - D_{12,1} = Cu|V_1 + V_1|S_{12} + S_{12}|V_4 + V_4|Cu = -0{,}001\,D$$
$$D_{16,4} - D_{16,1} = Cu|V_1 + V_1|S_{16} + S_{16}|V_4 + V_4|Cu = -0{,}023\,D,$$

d. h.

$$V_a|S + S|V_b = V_a|V_b \pm \varphi(S) \quad . \; . \; . \; . \quad II.$$

Ist aber die Differenz

$$S_a|V - S_b|V$$

abhängig von V und

$$V_a|S - V_b|S$$

abhängig von S, so sind auch die einzelnen Glieder

$$S_a|V, \; S_b|V, \; V_a|S, \; V_b|S$$

und allgemein die Potentialdifferenz $H_2SO_4|CuSO_4$ von dem Gehalte an Säurehydrat oder Kupfersulfat wesentlich beeinflusst, so dass die Gesammtänderungen der elektromotorischen Kraft des Daniell'schen Elementes mit der Concentration gerade durch die zwischen den Flüssigkeiten sich abspielenden Processe ein eigenthümliches Gepräge erhalten.

Bevor ich dazu schreite, aus diesen Thatsachen weitere Schlüsse zu ziehen, muss ich noch eine Reihe von Versuchen erwähnen, die für die Beurtheilung der eigenthümlichen Verhältnisse von Interesse sind.

Dieselben beziehen sich auf die Veränderungen der elektromotorischen Kräfte des Daniell'schen Elementes mit der Zeit.

Die Erzielung gleichmässiger Resultate bei Anwendung stärkerer Säuren und verdünnter Kupfervitriol-Lösungen ist an die Bedingung geknüpft, dass die Ermittlung des Effektes möglichst rasch vollzogen werde und dass für jede neue Messung sowohl die Flüssigkeiten als die Heber erneuert werden. Während nämlich diejenigen Combinationen, die eine gesättigte $CuSO_4$-Lösung enthalten, eine grosse Constanz auch bei längerer Zusammensetzung besitzen, nimmt die freie Spannung in jenen Elementen, die mit verdünnten Salzlösungen bereitet sind, mit der Zeit ziemlich rasch ab.

Ich kann natürlich unmöglich alle in dieser Richtung gemachten Beobachtungen hier aufzählen, sondern entnehme meinen Versuchsreihen nur etliche charakteristische Beispiele; bezüglich des Normalelements verweise ich übrigens auf § 2.

I. Element. S_3 (1,222) und V_1 (concentrirt).

frisch zusammengesetzt:	1,002 D
„ „	1,003 D
nach 20 Minuten:	1,003 D
„ 60 „	1,000 D
„ 90 „	1,000 D
„ 120 „	1,002 D
„ 150 „	1,002 D
frisch zusammengesetzt:	1,002 D.

NB. Wegen des hohen Concentrationsgrades der Säure wurde das Zink jedesmal erneuert.

II. Element. S_{12} (1,0011) und V_1 (concentrirt).

	frisch bereitet:	0,966 D
	„ „	0,966 D
nach	5 Minuten:	0,968 D
„	10 „	0,966 D
„	20 „	0,966 D
„	40 „	0,968 D
„	60 „	0,968 D
„	70 „	0,966 D
„	80 „	0,966 D
„	200 „	0,966 D.

III. Element. S_8 (1,222) und V_3 (0,6 : 100).

	frisch zusammengesetzt:	1,034 D
	„ „	1,034 D
nach	5 Minuten:	1,033 D
„	30 „	1,017 D
„	80 „	1,017 D.

IV. Element. S_6 (1,075) und V_3 (0,6 : 100).

	Normal:	1,024 D
nach	10 Minuten:	1,021 D
„	20 „	1,021 D
„	30 „	1,019 D
„	90 „	1,018 D
„	100 „	1,014 D
„	150 „	1,009 D
„	160 „	1,009 D
„	200 „	1,003 D.

Die Abnahme in Folge längerer Zusammensetzung der Elemente erfolgt um so schneller, je verdünnter die Kupfersulfatlösung und je stärker die Säure genommen wird.

Dieser Umstand in Verbindung mit den früher angeführten Thatsachen, dass erstens die durch Concentration der Säure veranlasste Zunahme der freien Spannung um so beträchtlicher wird, je verdünnter die Kupfersulfatlösung; dass zweitens bei Anwendung nicht allzuschwacher Säuren ein Element mit verdünntem Kupfervitriol, bez. Wasser einen grösseren Effekt liefert, als ein Element mit gesättigter Salzlösung, legt den Gedanken nahe, es möchte die Potentialdifferenz $H_2SO_4|CuSO_4$ selbst um so bedeutender sich gestalten, je grösser die Verdünnung von $CuSO_4$ und je reicher die Säure an Schwefelsäurehydrat ist. Nun scheinen ferner an der Grenze zwischen H_2SO_4 und verdünnten $CuSO_4$-Lösungen sich Wärmeprocesse zu vollziehen, die in ihrem Verlaufe Analogien mit der eben vermutheten Veränderung der Potentialdifferenz $H_2SO_4|CuSO_4$ darbieten müssten.

Wenn eine Säurelösung durch Zusatz von Wasser noch weitere Verdünnung erfährt, so wird hiedurch eine bestimmte Wärmemenge frei.

Trifft mit demselben Concentrationsgrade der Schwefelsäure eine verdünnte Kupfersulfatlösung zusammen, so ist es höchst wahrscheinlich, dass letztere einen Theil ihres Wassers zur weiteren Verdünnung der Säure abgibt. Ist nun auch zunächst mit der Abgabe von Wasser ein Wärmeverbrauch verbunden, so wird in zweiter Linie durch Verdünnung der ursprünglich gegebenen Säure Wärme erzeugt und jedenfalls eine Menge, die an Grösse das gebundene Wärmequantum überwiegt. Die so frei werdende Wärme muss aber um so beträchtlicher ausfallen, je mehr die $CuSO_4$-Lösung sich dem Charakter reinen Wassers nähert und je concentrirter die Schwefelsäure genommen wird.

Sucht man in diesen Wärmetönungen die Ursache der Erhöhung der freien Spannung, dann finden die im Daniell'-

schen Elemente beobachteten Erscheinungen eine einfache Erklärung.

Bleiben H_2SO_4 und $CuSO_4$ längere Zeit in Berührung, so ist ein Uebergang von Säure in Kupfersulfat unvermeidlich. Dadurch erhält aber die verdünnte Kupfersulfatlösung einen sauren Charakter, und die ursprünglich gegebene Wärmequelle wird wesentlich beeinträchtigt; d. h. es müsste nach obiger Hypothese die elektromotorische Kraft sofort abnehmen, was auch mit der Erfahrung übereinstimmt. Die minimalste Spur Schwefelsäure, die dem das Kupfer umgebenden Wasser oder verdünntem $CuSO_4$ zugesetzt wird, bewirkt ein rasches Sinken der freien Spannung.

Wie weit diese Schlüsse Berechtigung haben, lässt sich allerdings erst dann entscheiden, wenn die zwischen Schwefelsäure und Kupfersulfat statthabenden Wärmetönungen calorimetrisch ermittelt sind; doch kann man sich leicht durch den Versuch überzeugen, dass beim Vermischen von Schwefelsäure und verdünntem Kupfervitriol Temperaturerhöhungen eintreten.

§ 5. Ueber das Verhältniss des Normalelementes zu anderen praktischen Einheiten.

I. Das meinen Messungen als Einheit zu Grunde gelegte Normalelement besitzt eine wesentlich höhere elektromotorische Kraft als der gewöhnliche Daniell'sche Becher, in welchem die beiden Flüssigkeiten durch ein Thondiaphragma geschieden sind. Diese Verschiedenheit kann zunächst in der Anwendung eines Thoncylinders, aber auch in einer verschiedenartigen Beschaffenheit der käuflichen Metalle gegenüber dem von mir gebrauchten chemisch reinen Stangenzink und Kupferdraht begründet sein. Um Beides scharf auseinander zu halten, stellte ich zunächst eine Reihe von Elementen her, in denen ich die Metalle meines Normal-

elementes beibehielt; anstatt aber die beiden Lösungen (concentrirter Kupfervitriol und verdünnte Schwefelsäure vom spec. Gewicht 1,075) durch einen Heber zu verbinden, trennte ich beide durch Thoncylinder, die Tage lang in destillirtem Wasser gelegen und mehrere Stunden vor dem Gebrauche in verdünnte Säure gestellt worden waren. Nach jeder Beobachtung wurden die Metalle aus den Flüssigkeiten entfernt, um eine Aenderung der elektromotorischen Kraft durch Oberflächenänderung der Metalle vollständig auszuschliessen. Während nun in den ersten Minuten die Ablenkungen der Elektrometernadel genau den Werth des Normalelementes ergaben, zeigte sich, nachdem das Diaphragma 20 Minuten in den Flüssigkeiten geblieben war, bereits eine Abnahme der elektromotorischen Kraft von 1 %, nach 2 Stunden von 1,5 %, nach 9 Stunden von 3 %.

In der gleichen Zeit ändert das Normalelement unter sonst gleichen Umständen sich nicht merklich, so dass also die geringere freie Spannung im gewöhnlichen Daniell'schen Elemente theilweise aus dem Gebrauche des porösen Cylinders sich erklärt.

In einer zweiten Versuchsreihe wurde der chemisch reine Kupferdraht durch einen Cylinder von Kupferblech ersetzt; dieser Austausch bewirkte keine wesentliche Aenderung. Als aber endlich auch noch das chemisch reine Zink gegen einen sorgfältig amalgamirten Zinkcylinder ausgewechselt wurde, zeigte der Ausschlag am Elektrometer einen plötzlichen Abfall der elektromotorischen Kraft. Wenn man dann umgekehrt den Zinkcylinder durch chemisch reines Zink ersetzte, stieg die freie Spannung sofort wieder um mehrere Procent. Hiemit ist der Beweis geliefert, dass das gewöhnliche amalgamirte Zink, wie es zu Zinkcylindern verarbeitet wird, in verdünnter Schwefelsäure sich anders verhält, als das chemisch reine, sei es nun, dass Verunreinigungen des ersteren durch Blei, Arsen, Antimon u. dgl.

hieran die Schuld tragen, oder dass das Amalgamiren einer grösseren Fläche nicht so vollständig gelingt, als bei einem etwa 4 mm dicken Stabe.

Als Maximalbetrag für die elektromotorische Kraft des gewöhnlichen Daniell'schen Elementes erhielt ich den Werth 0,955 in Einheiten meines Normalelementes, in den meisten Fällen jedoch nur Zahlen von 0,91 bis 0,92.

II. In England wird als praktische Einheit vielfach das Element von Latimer Clark angewandt, eine Combination von äusserst constanter elektromotorischer Kraft. Dasselbe besitzt als positiven Pol reines Quecksilber, bedeckt mit einem durch Kochen von Quecksilbersulfat (Hg_2SO_4) in einer concentrirten Zinksulfatlösung erhaltenen Teige, und als negativen Pol chemisch reines amalgamirtes Zink, welches in den Brei taucht. Der Contact mit dem Quecksilber wird durch einen Platindraht hergestellt.

Die elektromotorische Kraft dieses Elementes, gemessen bei 15,5° C, beträgt nach Clark

$$1{,}457 \text{ Volts},$$

d. i. in absolutem Masse

$$1{,}457 \times 10^8 c^{\frac{3}{2}} g^{\frac{1}{2}} s^{-2}.$$

Kennt man also das Verhältnis des von mir benützten Normalelementes zu dem Elemente von Clark, so lassen sich die früher gegebenen Zahlenreihen in Volts umrechnen und damit auf absolutes Mass zurückführen.

Zu diesem Zwecke stellte ich mehrere Elemente genau nach der Originalabhandlung[13]) zusammen und verglich dieselben

1) mit der von mir als „Normalelement" bezeichneten Combination:

---

13) Latimer Clark, Proceedings of the Royal Society of London. Vol. XX, p. 444—448.

amalg. chem. reines Zink in verd. H_2SO_4 v. spec. Gew. 1,075,
chem. reines Kupfer in conc. $CuSO_4$ v. spec. Gew. 1,097.

2) mit einem Daniell'schen Elemente:
amal. chem. reines Zink in conc. $ZnSO_4$ v. spec. Gew. 1,463,
chem. reines Kupfer in conc. $CuSO_4$ v. spec. Gew. 1,097.

Ablenkungen der Elektrometernadel in Doppelmillimetern.

Latimer Clark		Normalelement		Daniell mit $ZnSO_4$	
	t		t		t
I. 77,7	18°				
77,7	18°			56,5	18°
77,7	18°	63,8	18°	56,6	18°
77,6	18°3			56,6	18°
77,6	18°3				
77,6	18°3				
77,6	18°3	63,8	18°	56,5	17°9
77,6	18°3			56,6	18°
77,7	18°			56,5	18°
77,7	17°8				
II. 77,6	17°8	63,9	18°	56,6	18°
77,6	17°8			56,5	18°1
77,6	17°7			56,5	18°
77,6	17°7				
77,6	17°7				
77,6	18°				
77,7	18°3	63,8	17°9		
77,6	18°4				
77,7	18°3				
77,6	18°3	63,8	18°	56,5	18°
77,6	18°3			56,5	18°
III. 77,7	18°			56,5	18°
77,7	18°				
77,6	18°				
77,7	18°				
77,7	18°	63,9	18°		
Mittel: 77,65	18°	**63,83**	18°	**56,53**	18°

Die elektromotorischen Kräfte der drei Elemente stehen somit in dem Verhältnisse

$$1217 : 1000 : 886$$

für die Temperatur $t = 18^0$ C.

Während nun das Normalelement innerhalb geringer Temperaturschwankungen sich nicht ändert, zeigt das Clark'sche Element einen ziemlich hohen Temperaturcoëfficienten. Derselbe beziffert sich nach Clark als

0,06 % Abnahme pro Centigrad Temp.-Erhöhung,

nach Helmholtz[14]) als

0,08 % Abnahme pro Centigrad Temp.-Erhöhung,

nach eigenen Beobachtungen als

0,08 % Abnahme pro Centigrad Temp.-Erhöhung.

Es ist somit die elektromotorische Kraft des L. Cl. Elementes, gemessen bei $15^0 5$ C in Einheiten des Normalelementes = 1,219.

Hieraus berechnet sich dann die freie Spannung des Normalelements

$$\text{zu } 1{,}195 \text{ Volts} = 1{,}195 \cdot 10^8 c^{\frac{3}{2}} g^{\frac{1}{2}} s^{-2},$$

die des Elementes mit conc. Zink- und Kupfersulfatlösung

$$\text{zu } 1{,}059 \text{ Volts} = 1{,}059 \cdot 10^8 c^{\frac{3}{2}} g^{\frac{1}{2}} s^{-2}.$$

Für die gewöhnlichen Daniell'schen Elemente, welche Schwefelsäure und Kupfersulfat in gleicher Concentration wie das Normalelement, aber durch einen Thoncylinder geschieden, enthalten, in denen ferner die beiden Pole aus Cylindern von Zink und Kupferblech gebildet sind, erhält man auf Grund der vorhin gegebenen Zahlen

---

14) Helmholtz, Thermodynamik chemischer Vorgänge. Sitz.-Ber. der kgl. Akad. der Wiss. zu Berlin 1882.

im Maximum

1,14 Volts

in den meisten Fällen nur

1,13 bis 1,10 Volts und darunter.

III. In der Einleitung zu dieser Abhandlung habe ich auf die durch Concentrationsunterschiede bedingte Aenderung der freien Spannung in dem mit Zinksulfat construirten Daniell'schen Elemente hingewiesen. Zur Bestätigung der dort gegebenen Auseinandersetzungen führe ich die folgenden Versuchsreihen an.

Elektromotorische Kraft der Combination Zn, $ZnSO_4$, $CuSO_4$, Cu in Einheiten des Normalelementes.

$t = 18^0$.

Concentrirte Zinksulfatlösung L $\Delta = 1{,}463$ bei $19^0 7$		Verd. Zinksulfatlösung L' 0,5 G.-Th. Zinksulf. + 100 G.-Th. H_2O	
Kupfersulfatlös. V_1 = conc.	Kupfersulfatlös. V_2 ($\Delta = 1{,}004$)	Kupfersulfatlös. V_1 = conc.	Verd. Kupfersulflös. V_2 ($\Delta = 1{,}004$)
D_1	D_2	D'_1	D'_2
0,886	0,865	0,932	0,910
0,886	0,865	0,931	0,909
0,885	0,865	0,932	0,910
0,885	0,865	0,932	0,910
0,885		0,931	0,910
0,885		0,931	
0,884		0,932	
0,886			
0,886			
0,886			
0,886			
0,886			
0,886			
0,885			
0,885			
0,885			
0,886			
0,885			
0,886			
Mittel: 0,886 D	0,865 D	0,932 D	0,910 D

$$D_1 = 0{,}886\,D = 1{,}059 \text{ Volts.}$$
$$D_2 = 0{,}865\,D = 1{,}034 \text{ Volts.}$$
$$D'_1 = 0{,}932\,D = 1{,}114 \text{ Volts.}$$
$$D'_2 = 0{,}910\,D = 1{,}087 \text{ Volts.}$$
$$D_1 - D_2 = 0{,}021\,D.$$
$$D'_1 - D'_2 = 0{,}022\,D.$$

Enthalten zwei Elemente D_1 und D_2 die gleiche $ZnSO_4$-Lösung L, aber zwei verschiedenprocentige Kupfersulfatlösungen V_1 und V_2, so besitzt das Element D_2 mit der Verdünnung V_2 eine geringere elektromotorische Kraft als die Combination D_1 mit der concentrirten Lösung V_1; die Differenz

$$D_1 - D_2 = \mathrm{Cu}|\mathrm{V}_2 + \mathrm{V}_2|\mathrm{L} + \mathrm{L}|\mathrm{V}_1 + \mathrm{V}_1|\mathrm{Cu}$$

bleibt dabei constant, welches auch der Concentrationsgrad der Zinksulfatlösung L sei, und zwar ist

$$D_1 - D_2 = D'_1 - D'_2 = \ldots\ldots = Cu|V_2 + V_2|V_1 + V_1|Cu,$$

d. h. $V_2|L + L|V_1 = V_2|L' + L'|V_1 = \ldots\ldots = V_2|V_1$.

Ist z. B.

V_1 eine conc. Kupfervitriollösung,

V_2 eine Verdünnung vom spec. Gewicht 1,004,

so ist

$$\mathrm{D}_1 - \mathrm{D}_2 = 0{,}022\,\mathrm{D},$$

welches auch der Concentrationsgrad des Zinkvitriols in den beiden Elementen D_1 und D_2 sei. Diese Zahl stimmt zur Genüge mit dem in einer früheren Arbeit[15]) direkt und indirekt gefundenen Werthe

$$\mathrm{Cu}\Big|\underset{1{,}0038}{\mathrm{V}_2} + \mathrm{V}_2|\mathrm{V}_1 + \underset{\text{conc.}}{\mathrm{V}_1}\Big|\mathrm{Cu} = 0{,}023\,\mathrm{D}$$

überein.

15) Sitz.-Ber. der kgl. b. Akademie d. Wiss. 1882, p. 9. Wiedem. Ann. 1882, XV, p. 396.

Anhang.

Die elektromotorische Kraft des Elementes Zink, Schwefelsäure, Kupfer.

Ich benützte die mannigfachen Verdünnungsgrade des Schwefelsäurehydrats, die mir für meine Untersuchungen über das Daniell'sche Element zu Gebote standen, gleichzeitig dazu, den Einfluss der Concentration auf die freie Spannung in der Combination

amalgamirtes Zink, Schwefelsäure, Kupfer

zu studieren. Mittlerweile hatte ich auch noch eine zweite Sorte chemisch reinen Kupferdrahtes aus der Hamburger Affinerie erhalten, der, in einer $CuSO_4$-Lösung, d. h. zur Construktion des Daniell'schen Elementes verwendet, durchweg die gleichen Resultate wie das früher erwähnte reine Kupfer liefert, dagegen in mehreren Concentrationsgraden der Schwefelsäure jenem gegenüber ein abweichendes Verhalten zeigt. Ich stelle die Beobachtungsresultate in folgender Tabelle übersichtlich zusammen und kennzeichne die mit dem Hamburger Kupfer erhaltenen Zahlen durch ein †.

Fortl. Nr.	Charakter der Schwefelsäure	Einzelne Beobachtungen Normalelement = 1.	Mittel
1	$\Delta = 1{,}266$	0,906 0,906 0,906	0,906
2	$\Delta = 1{,}252$	0,907 0,906 0,905 0,907 0,906	
		0,905	0,906
3	$\Delta = 1{,}186$	0,907 0,907 0,905 0,904 0,904	
		0,907† 0,906†	0,906
4	$\Delta = 1{,}133$	0,914 0,911 0,911 0,912 0,914	
		0,912	0,912
		0,933† 0,932† 0,930† 0,933†	0,933†

Fortl. Nr.	Charakter der Schwefelsäure	Einzelne Beobachtungen Normalelement = 1.	Mittel
5	$\Delta = 1{,}075$	0,913 0,913 0,913 0,912 0,914	
		0,915 0,912 0,912 0,913 0,915	
		0,916 0,915 0,913 0,913 0,913	
		0,913	0,914
		0,928 0,930 0,930	**0,929**
		0,933† 0,930† 0,932†	0,932†
6	$\Delta = 1{,}050$	0,924 0,924 0,924 0,923 0,923	
		0,924 0,924† 0,923†	0,924
7	$\Delta = 1{,}037$	0,922 0,922 0,921† 0,920† 0,921	
		0,921	0,921
8	$\Delta = 1{,}007$	0,917 0,920 0,919 0,919 0,917	
		0,919 0,919† 0,919† 0,919 0,919	0,919
9	$\Delta = 1{,}0035$	0,915 0,915 0,913	0,914
10	$\Delta = 1{,}0025$	0,908 0,907 0,906 0,907 0,906	
		0,907	0,907
11	$\Delta = 1{,}0011$	0,898 0,899 0,899 0,898 0,898	
		0,897 0,897	0,898
12	1 Liter H_2O + 20 Tr. H_2SO_4 vom spec. Gew. 1,25	0,883 0,884 0,884 0,883 0,885	
		0,884	0,884
13	1 Liter H_2O + 10 Tr. H_2SO_4 vom spec. Gew. 1,25	0,871 0,870 0,871 0,869 0,871	0,870
14	1 Liter H_2O + 5 Tr. H_2SO_4 vom spec. Gew. 1,25	0,863 0,863 0,865 0,865	0,864
15	1 Liter H_2O + 1 Tr. H_2SO_4 vom spec. Gew. 1,075	0,863 0,862 0,861 0,861 0 863	
		0,862	0,862
16	Aeusserste Verdünnung	0,856 0,856 0,856 0,853 0,854	
		0,854 0,851 0,854 0,853 0,851	
		0,854	0,854

Die elektromotorische Kraft amalg. Zink, Wasser, Kupfer konnte nicht ermittelt werden; auch das sorgfältigste Abwaschen des Zinks in destillirtem Wasser genügt nicht, die letzten Spuren der Amalgamsäure zu vertilgen, so dass jede neue Messung einen andern Werth ergibt.

Wie man aus obiger Zusammenstellung unmittelbar

erkennt, wächst die elektromotorische Kraft mit dem Gehalt an Säurehydrat anfangs rasch, dann langsamer und erreicht einen Maximalwerth, der im allgemeinen früher eintritt, als im Daniell'schen Elemente. Ferner variirt das Maximum mit verschiedenen Kupfersorten, ein Umstand, der auf eine Oberflächenänderung des Kupfers in stärkeren Säuregraden schliessen lässt.

Ist das specifische Gewicht der Schwefelsäure = 1,050, so liefern beiderlei Kupfer die Potentialdifferenz 0,924 D; für $\varDelta$ = 1,075 zeigt das ältere Kupfer das Maximum = 0,929 D, meist jedoch nur 0,914 D, während die Hamburger Sorte erst in der Säure vom specifischen Gewicht 1,133 den Maximalbetrag = 0,933 D liefert. Stärkere Säuren lassen in dem Verhalten der verschiedenen Kupferdrähte einen Unterschied nicht mehr erkennen.

Addirt man zu der Potentialdifferenz

$$Zn|H_2SO_4 + H_2SO_4|Cu = a$$

diejenige der Combination

$$Cu|H_2SO_4 + H_2SO_4|CuSO_4 + CuSO_4|Cu = b,$$

so resultirt die elektromotorische Kraft des Daniell'schen Elementes

$$\mathrm{a + b = Zn|H_2SO_4 + H_2SO_4|CuSO_4 + CuSO_4|Cu.}$$

Für Schwefelsäure vom specifischen Gewicht 1,075 und Kupfersulfat vom specifischen Gewicht 1,004 ist

$$a = 0{,}914\ D$$
$$b = 0{,}109\ D.$$ [16])

Somit a + b = 1,023 D, während die direkte Beobachtung 1,024 D ergibt.

---

16) Diese Zahl entstammt einer früheren Arbeit: Sitz.-Ber. der kgl. b. Akad. d. Wiss. 1882, p. 14. Wiedem. Ann. 1882, XV, p. 399.

Sitzung vom 1. Juli 1882.

Herr Prof. Zittel berichtet über folgende von Herrn Dr. L. v. Ammon mitgetheilte Abhandlung:

„Ein Beitrag zur Kenntniss der vorweltlichen Asseln."

Unter den Crustaceen besitzt die Ordnung der Isopoden (Asseln) nur wenig fossile Vertreter. Es dürfte daher die Mittheilung von neuen Funden, welche einen weiteren Beitrag zur Kenntniss der vorweltlichen Repräsentanten dieser Gruppe zu liefern im Stande sind, nicht ohne Interesse aufgenommen werden.

Die Exemplare, auf welche sich diese Funde beziehen, sind noch in der Art bemerkenswerth, dass sie sich sowohl durch verhältnissmässig gute Erhaltung als auch durch besondere Grösse auszeichnen.

Die Stücke stammen aus unteroligocänen Mergelschichten von Häring bei Kufstein in Tirol und gehören theils zur Sammlung des kgl. Oberbergamtes in München, theils befinden sie sich im Besitze von Herrn Oberbergverwalter Mitterer in Häring.

Es möge mir gestattet sein, bei dieser Gelegenheit Herrn Mitterer wie Herrn Oberbergdirektor Dr. Gümbel, welch beide Herren durch gütige Ueberlassung des einschlägigen Materiales die eingehendere Untersuchung der interessanten Formen mir ermöglicht haben, meinen aufrichtigsten Dank auszudrücken.

Ferner möchte ich noch an dieser Stelle Herrn Techniker Ferd. Renner, welcher sich bestrebte, die der Abhandlung beigegebenen Tafeln in artistischer Beziehung (Lichtdruck) auf das Beste auszustatten, für seine gefälligen Bemühungen meinen verbindlichsten Dank sagen.

Ich werde nun zunächst die Beschreibung der Häringer Exemplare folgen lassen, woran sich zum Schluss eine Zusammenstellung sämmtlicher bis jetzt bekannten Reste fossiler Asseln reihen soll.

Beschreibung der Häringer Stücke.

Allgemeine Betrachtung.

Körperbau. Es liegen mir im Ganzen 8 Stücke vor. Eines davon ist von besonderer Grösse und Schönheit und durch vortrefflichen Erhaltungszustand ausgezeichnet. Alle Individuen befinden sich in normaler Stellung, auf dem Bauche liegend, es ist daher nur die Oberseite des Körpers sichtbar. Sämmtliche Exemplare erweisen sich nach demselben Typus gebaut, so dass die Stücke entweder einer einzigen Art oder wenigstens sehr nahestehenden angehören. Ich glaube, das erstere annehmen zu dürfen. Bei allen fällt in gleicher Weise das regelmässig langgestreckte Oval der Körpergestalt auf, ferner die harte mit eigenthümlicher Skulptur versehene Rückenhaut, die gleiche Breite der Segmente im Mittel- und Hinterleib, die übereinstimmende Länge der einzelnen Mittelleibsringe, das grosse, unten ausgezackte Endglied mit seitlichen flossenähnlichen Lamellen.

Das Hautskelet, dessen Chitinsubstanz schon während des Lebens der Thiere durch Aufnahme von Kalksalzen sich verfestigt hatte, ist als derber, glänzender Panzer ausgebildet. Die Oberfläche der Körperhaut erscheint nicht glatt, sondern zeigt eine chagrinartige Beschaffenheit, welche bei den kleineren Exemplaren als unregelmässige Punktirung,

bei den grösseren als derbere Granulirung oder in grubig-warziger Ausbildung auftritt.

Der erste Abschnitt des Rumpfes, der Kopf, ist nur an dem grossen vollständigen Exemplare erhalten. Derselbe besitzt nicht die Breite der übrigen Segmente und ist mit seinem unteren Theil in den vordersten Mittelleibsring, dessen Seitenecken beiderseits nach vorn etwas ausgezogen sind, eingesenkt. Auf dem Kopftheile bemerkt man die Spuren grosser Augen.

Den zweiten Abschnitt des Rumpfes bildet der Mittelleib (Pereion), welcher wie bei allen normal gebauten Asseln aus sieben Segmenten besteht. Diese sieben Brustsegmente haben so ziemlich die gleiche Länge, auch ihre Breite, welche erstere um ein Bedeutendes übertrifft, ist nahezu die gleiche. Einen analogen Bau zeigen uns die lebenden Aegiden.

Den einzelnen Ringen sind seitwärts lappige Fortsätze, die Seitenplatten oder Epimera, angefügt.

Den dritten Abschnitt des Rumpfes stellt der Hinterleib (Postabdomen, Pleon) dar, der sich aus sechs Theilen zusammensetzt. Die ersten fünf Abschnitte sind als freie Ringe ausgebildet, welche in ihrer Form den Segmenten des Mittelleibes gleichen. Sie unterscheiden sich von den letzteren nur durch etwas geringere Länge. Wie diese besitzen auch die Hinterleibsringe seitliche Anhänge, doch erreichen dieselben nicht die Grösse der Epimera des Thorax.

Das Schlussglied des Postabdomens bildet das lange Schwanzschild, das Telson (ursprünglich aus zwei getrennten Ringen bestehend, so dass auch am Hinterleib die 7-Zahl in der Segmentirung zum Ausdruck kommt). Die Länge desselben übertrifft fast noch die der übrigen Hinterleibsglieder zusammen. Die Breite ist von der der übrigen Abschnitte nicht verschieden. In der Mittellinie des Telsons findet sich ein deutlicher Kiel erhalten, der aber den Hinter-

rand nicht erreicht, sondern nach unten zu verschwindet. Der untere randliche Theil des Schwanzschildes ist mit dornenartigen Fortsätzen verziert.

Von anderen als dem Rumpfe zugehörigen Körpertheilen sind an unseren Exemplaren noch erhalten, beziehungsweise erkennbar:

einmal Ansätze der Fühlhörner, sowie eine kleine, vielleicht als Reste der Oberlippe zu deutende, in der Mitte des oberen Randes vorspringende Parthie am Kopfe des grossen Exemplares;

ferner fast bei allen Stücken Theile des zu Ruderorganen umgewandelten letzten Hinterleibs-Gliedmassen-Paares. Dieses letzte, hinterste Paar der im Vergleich zu den Beinen des Mittelleibes stets breiteren und häutigen *Pedes spurii* seu *fissi* oder der Spaltbeine des Abdomens ist neben beziehungsweise unter dem Telson an der Basis desselben eingelenkt. Jederseits stehen an einem Basalglied, das am Grunde des Schwanzschildes befestigt ist, zwei herabhängende flossenartige Lappen, die beiden lamellösen Spaltäste des Beines — eine Einrichtung, welche für eine grosse Gruppe der lebenden Isopoden (Natatores) charakteristisch ist. Die Endlamellen des letzten Paares der Afterfüsse bilden sonach mit dem breiten Schilde des Telsons eine fünftheilige Schwanzflosse, die an das Körperende der macruren Decapoden-Krebse erinnert.

Systematische Stellung. Durch die Erhaltung dieser Körpertheile, der beiden flossenähnlichen Lamellen an jeder Seite des Schwanzschildes, ist zugleich erwiesen, dass unsere Formen zu den Schwimm- oder Wasser-Asseln, den *Isopodes nageurs* Milne Edwards gehören. Auch über die Bestimmung der Familie und Subfamilie kann kein Zweifel obwalten. Die schon oben aufgeführten hauptsächlichsten Merkmale, vor Allem, um es zu wiederholen, die länglich ovale Körperform, die derbe Panzerhaut, die

gleiche Breite aller Segmente (den Kopf ausgenommen), die fast gleiche Länge der Brustringe, die seitlichen Anhänge oder Epimera und endlich das grosse Schwanzschild mit den Ruderflossen — all' diese Charaktere legen zur Genüge dar, dass die Häringer Exemplare den Cymothoiden (Cymothoadiens Milne Edwards) und zwar der Subfamilie der Aeginen oder der *Cymothoadiens errans*, der freischwimmenden Cymothoaden, einzureihen sind, welch' letztere den parasitisch auf und in Fischen lebenden Cymothoinen oder *Cymothoadiens parasites* M. Edw. gegenüberstehen.

Die mit den Häringer Formen nah verwandte Kreideart *Palaega Carteri* H. Woodward[1]), welche offenbar denselben Typus wie erstere zur Schau trägt, wird von diesem Autor gleichfalls zu den Aegiden gestellt.

Schwerer hält es schon, eine direkte Vergleichung mit recenten Gattungen vorzunehmen. Der Gesammthabitus stimmt gut mit *Aega*. Aber auch andere, letzterem Genus allerdings nahe stehende Gattungen, wie *Cirolana*, zeigen im Allgemeinen denselben Bau. Ja einzelne Formen von *Cirolana* können ganz die Gestalt von Aegiden annehmen.[2]) Die Unterscheidung beider Genera beruht hauptsächlich auf dem Bau der Füsse, der Antennen und der Ausbildung der Mundwerkzeuge — sämmtlich Körpertheile, die bei dem gewöhnlichen Erhaltungszustand der Versteinerungen dem Auge des Beobachters verborgen bleiben.

So lange nicht Stücke vorliegen, bei welchen solche Theile deutlich erkannt werden können, muss ein näherer Vergleich mit den Formen der Gegenwart ausgeschlossen bleiben. An *Cirolana* erinnern manche Eigenschaften des Häringer Fossils, so vor Allem die Gestalt des Kopfes.

---

1) Geological Magazine. Vol. VII. 1870 p. 495.

2) Schioedte et Meinert: De Cirolanis Aegas simulantibus. Naturhistorisk Tidsskrift. 3. Raekke. XII. Kjoebenhavn 1879. S. 279 ff.

Derselbe ist fast vierseitig, in der Mitte am breitesten, oben gerundet, im unteren Theile winkelich gebrochen und in die vorspringenden Seitenecken des ersten Mittelleibssegmentes eingesenkt wie bei den lebenden Arten: *Cirolana spinipes* Sp. Bate, *Cirolana hirtipes* Miln. Edwards[3]), *Cir. truncata* Normann.[4]) Ferner die Form der Epimera, welche bei unserer Species ganz so beschaffen sind, wie sie MILNE EDWARDS bei den Cirolanen beschreibt („quadrilatères et garnies de deux petites crêtes linéaires, dont l'une en occupe le bord inférieur, et l'autre descend obliquement vers l'angle inférieur et postérieur".[5]) Doch zeigt sich ein ähnlicher Bau der seitlichen Segmentanhänge auch bei manchen Aega-Arten. So bei *Aega magnifica* Dana sp.[6])

Vergleich mit anderen fossilen Arten. Ueberblicken wir nun die bis jetzt bekannten fossilen Asselnformen, so finden wir darunter sofort einige Arten, die offenbar den völlig gleichen Isopodentypus verrathen, wie die uns vorliegenden Stücke. Es sind diess *Palaega Carteri* Woodward aus der englischen Kreide und *Sphaeroma Gastaldii* Sismonda aus dem Turiner Miocän. Betrachten wir zunächst die letztere Species, welche auf eine Versteinerung aus der „Molassa miocenica del colle di Torino" begründet ist.[7])

Mit dieser Turiner Art zeigen die Häringer Reste eine so nahe Verwandtschaft, dass man selbst eine specifische

3) MILNE EDWARDS. Histoire naturelle des Crustacés. III. p. 236. tab. 31. fig. 25.

4) Annals and magazine of natural history. Vol. II. fourth series 1868. p. 421.

5) MILNE EDWARDS. Hist. nat. des Crustacés. III. p. 235.

6) SCHIOEDTE et MEINERT. Symbolae ad monographiam Cymothoarum Crustaceorum Isopodum familiae. Naturhistorisk Tidsskrift. 3. R. 12. B. Kboebjenhavn. 1879. tab. VIII. fig. 16.

7) Descrizione dei Pesci e dei Crostacei fossili nel Piemonte del Dottore EUGENIO SISMONDA. Memorie della reale academia delle scienze di Torino. Serie II. tomo X. 1849. p. 67. Abbildung tab. III. fig. 10.

Identität annehmen könnte. Dafür scheint auch noch der Umstand zu sprechen, dass kein besonders grosser Unterschied im Alter der Lagerstätten besteht. Dennoch glaube ich aus weiter unten anzuführenden Gründen, dass eine specifische Uebereinstimmung nicht vorhanden ist.

Gegen die Einreihung der italienischen Species in die Gattung *Sphaeroma* hat sich schon H. WOODWARD erklärt[8]), welcher dieselbe zu den Aegiden stellt und seiner Gattung *Palaega* zuweist. Dieser Auffassung möchte auch ich mich vollständig anschliessen. Die Sphäromiden besitzen eine gedrungenere Gestalt, haben kürzere und weniger nach hinten spitz zulaufende Epimera, ausserdem ist durch Verwachsung der vordersten Abdominalsegmente die Gestalt der Schwanzflosse eine andere. Was das Abdomen betrifft, so führt SISMONDA[9]) nur zwei Segmente auf, doch glaube ich, dass er den einzelnen Theilen des Fossils überhaupt eine falsche Deutung gegeben hat. Nach der Abbildung scheint mir in der Gliederung des Körpers derselbe Bau wie bei *Palaega Carteri* und unserer Art ausgedrückt zu sein. Man erkennt über dem grossen, nach unten zu jedenfalls abgebrochenen Schwanzschilde fünf Ringe, die Segmente des Postabdomens oder Pleons, welche in ihrer Länge den oberen, dem Thorax angehörigen, um ein Weniges nachstehen. Darüber folgen noch drei erhaltene Brustringe, nämlich der siebente, sechste und fünfte; vom vierten, welchen SISMONDA für die Reste des Kopfes hielt, ist nur der untere Rand sichtbar. Die drei oberen und der Kopf fehlen vollständig. Bei dieser Auffassung der Theile ergibt sich sonach im allgemeinen Habitus eine völlige Uebereinstimmung mit unserer Art.

Die englischen Funde (Grey Chalk, Dover; Chloritic

---

8) Geological Magazine. Vol. VII. 1870. p. 496 und Quarterly Journal of the geological Society. Vol. XXXV. 1879. p. 348.

9) loc. cit. 67.

Derselbe ist fast vierseitig, in der Mitte am breitesten, oben gerundet, im unteren Theile winkelich gebrochen und in die vorspringenden Seitenecken des ersten Mittelleibssegmentes eingesenkt wie bei den lebenden Arten: *Cirolana spinipes* Sp. Bate, *Cirolana hirtipes* Miln. Edwards[3]), *Cir. truncata* Normann.[4]) Ferner die Form der Epimera, welche bei unserer Species ganz so beschaffen sind, wie sie Milne Edwards bei den Cirolanen beschreibt („quadrilatères et garnies de deux petites crêtes linéaires, dont l'une en occupe le bord inférieur, et l'autre descend obliquement vers l'angle inférieur et postérieur".[5]) Doch zeigt sich ein ähnlicher Bau der seitlichen Segmentanhänge auch bei manchen Aega-Arten. So bei *Aega magnifica* Dana sp.[6])

Vergleich mit anderen fossilen Arten. Ueberblicken wir nun die bis jetzt bekannten fossilen Asselnformen, so finden wir darunter sofort einige Arten, die offenbar den völlig gleichen Isopodentypus verrathen, wie die uns vorliegenden Stücke. Es sind diess *Palaega Carteri* Woodward aus der englischen Kreide und *Sphaeroma Gastaldii* Sismonda aus dem Turiner Miocän. Betrachten wir zunächst die letztere Species, welche auf eine Versteinerung aus der „Molassa miocenica del colle di Torino" begründet ist.[7])

Mit dieser Turiner Art zeigen die Häringer Reste eine so nahe Verwandtschaft, dass man selbst eine specifische

3) Milne Edwards. Histoire naturelle des Crustacés. III. p. 236. tab. 31. fig. 25.

4) Annals and magazine of natural history. Vol. II. fourth series 1868. p. 421.

5) Milne Edwards. Hist. nat. des Crustacés. III. p. 235.

6) Schioedte et Meinert. Symbolae ad monographiam Cymothoarum Crustaceorum Isopodum familiae. Naturhistorisk Tidsskrift. 3. R. 12. B. Kboebjenhavn. 1879. tab. VIII. fig. 16.

7) Descrizione dei Pesci e dei Crostacei fossili nel Piemonte del Dottore Eugenio Sismonda. Memorie della reale academia delle scienze di Torino. Serie II. tomo X. 1849. p. 67. Abbildung tab. III. fig. 10.

Identität annehmen könnte. Dafür scheint auch noch der Umstand zu sprechen, dass kein besonders grosser Unterschied im Alter der Lagerstätten besteht. Dennoch glaube ich aus weiter unten anzuführenden Gründen, dass eine specifische Uebereinstimmung nicht vorhanden ist.

Gegen die Einreihung der italienischen Species in die Gattung *Sphaeroma* hat sich schon H. WOODWARD erklärt[8]), welcher dieselbe zu den Aegiden stellt und seiner Gattung *Palaega* zuweist. Dieser Auffassung möchte auch ich mich vollständig anschliessen. Die Sphäromiden besitzen eine gedrungenere Gestalt, haben kürzere und weniger nach hinten spitz zulaufende Epimera, ausserdem ist durch Verwachsung der vordersten Abdominalsegmente die Gestalt der Schwanzflosse eine andere. Was das Abdomen betrifft, so führt SISMONDA[9]) nur zwei Segmente auf, doch glaube ich, dass er den einzelnen Theilen des Fossils überhaupt eine falsche Deutung gegeben hat. Nach der Abbildung scheint mir in der Gliederung des Körpers derselbe Bau wie bei *Palaega Carteri* und unserer Art ausgedrückt zu sein. Man erkennt über dem grossen, nach unten zu jedenfalls abgebrochenen Schwanzschilde fünf Ringe, die Segmente des Postabdomens oder Pleons, welche in ihrer Länge den oberen, dem Thorax angehörigen, um ein Weniges nachstehen. Darüber folgen noch drei erhaltene Brustringe, nämlich der siebente, sechste und fünfte; vom vierten, welchen SISMONDA für die Reste des Kopfes hielt, ist nur der untere Rand sichtbar. Die drei oberen und der Kopf fehlen vollständig. Bei dieser Auffassung der Theile ergibt sich sonach im allgemeinen Habitus eine völlige Uebereinstimmung mit unserer Art.

Die englischen Funde (Grey Chalk, Dover; Chloritic

---

8) Geological Magazine. Vol. VII. 1870. p. 496 und Quarterly Journal of the geological Society. Vol. XXXV. 1879. p. 348.

9) loc. cit. 67.

Chalk, Cambridge; Chalk Rocks, Luton, Beds), deren Beschreibung wir Henry Woodward[10]) verdanken, beweisen, dass der gleiche Isopoden-Typus schon zur Kreide-Zeit vorhanden war. Woodward nennt die cretacische Form *Palaega Carteri* und führt als Hauptmerkmal derselben die „peculiar pitted and wrinkled ornamentation" auf.

Wegen dieses Merkmales, ferner wegen des fein gezähnelten Randes vom Schwanzschild und des medianen Kieles auf letzterem, welche Eigenschaften sich auch bei gewissen recenten *Aega*-Arten vorfinden, stellt er die Form zu den Aegiden und bildet zum Vergleiche eine lebende Art mit ab[11]), *Aega monophthalma* Johnston, welche sowohl die derbe Punktirung der Haut als auch den hier besonders gut entwickelten Kiel auf dem Telson besitzt.

Ich kann diese Ansicht nur bestätigen und möchte noch hinzufügen, dass sowohl ein Kiel als auch Zähne an der Schwanzplatte auch bei anderen lebenden Aega-Arten zu beobachten sind, ein Kiel, wenn auch in viel schwächerer Weise, bei *Aega Antillensis* Schioedte et Meinert, *Aega ventrosa* Sars, eine Zähnelung und zwar in schwacher Ausbildung bei *Aega incisa* Schioedte Meinert, *A. ventrosa* Sars, *A. spongiophila* Semper, *A. ophthalmica* M. Edwards, *A. magnifica* Dana, eine solche in deutlicher Weise bei *Aega nodosa* Sch. et Mein. und besonders auffällig bei *Aega dentata* Schioedte Meinert.[12]) Es gibt auch *Aega*-Arten mit zwei schwachen Kielen auf dem Telson, so *Aega serripes* M. Edwards. Bei manchen Formen zeigen die jugendlichen Individuen einen deutlichen Kiel, während die ausge-

---

10) H. Woodward. Contributions to British fossil crustacea. Geological Magazine. Vol. VII. 1870. p. 495—497 und 588. Plate XXII. fig. 3—6.

11) loc. cit. Tafel XXII. fig. 7.

12) Naturhistorisk Tidsskrift 3. R. 12. Bd. tab. X. fig. 11.

wachsenen einen solchen entbehren wie *Rocinela Danmoniensis* Leach.[13])

Die punktirt grubighöckerige Beschaffenheit des Hautsceletes ist dagegen als generisches Merkmal nicht zu betonen, da eine ähnliche Skulptur bei Arten verschiedenartiger Isopodengattungen sich findet. Beispiele geben *Sphaeroma rugicauda*, *Cymothocea emarginata* Leach, *Serolis Schythei* Lüdtken, *Idothea antarctica* Eights. Immerhin zeigen einige *Aega*-Arten dieselbe besonders deutlich so *Aega serripes* Milne Edwards, *Aega hirsuta* Schioedte und Meinert. Bei *Aega nodosa* Schioedte et Meinert werden die Punkte auf der Haut sogar zu förmlichen Knoten.

Steht zwar die Kreide-Species im Allgemeinen mit der Häringer in naher Beziehung, so unterscheidet sie sich doch specifisch von dieser auf das Bestimmteste. *Palaega Carteri* ist kleiner, der Mediankiel auf der Schwanzplatte geht in gleicher Stärke vom oberen Rande bis zum unteren, hier in eine vorgezogene Spitze endigend, die Zähne am Telson-Rande sind klein. Bei unseren Stücken ist der Körper grösser, der Mediankiel, in der oberen Parthie des Telsons sehr markirt, ist im unteren Theil desselben nicht mehr deutlich zu verfolgen, ferner sind die Zähne am unteren Rande gut ausgebildet und sämmtlich von gleicher Länge.

Die Gattung Palaega. Ungeachtet der Aehnlichkeit der englischen Species mit Arten der recenten Gattung *Aega* rechnet Woodward gleichwohl dieselbe nicht zu diesem Genus, sondern stellt für die fossilen Formen, da dieselben nicht soweit erhalten sind, um einen genaueren Vergleich mit den lebenden zu gestatten, eine neue Gattung, *Palaega*, auf. Ich möchte mich in dieser Beziehung dem genannten Autor vollständig anschliessen und glaube durch die besser

---

13) Schioedte et Meinert. Symbolae ad monographiam Cymothoar. Crustac. Isopod. familiae. Naturhistorisk Tidsskrift 3. R. 12. B. 1879. 383 tab. XI.

erhaltenen Exemplare aus den Häringer Schichten, die zweifelsohne zu dem gleichen Geschlechte gehören, im Stande zu sein, über den Gattungscharakter von *Palaega* ergänzende Bemerkungen geben zu können. Nach meinem Dafürhalten umfasst *Palaega* solche fossile Isopoden vom allgemeinen Typus der Aegiden, welche sich durch besonders derbe Hautentwicklung mit runzeligpunktirter Oberfläche, durch starken Kiel auf dem Telson, durch den gezähnelten Rand des Schwanzschildes, die langen schmalen, nicht mit Zähnen besetzten Seitenflossen und vor Allem durch die beträchtliche Körpergrösse auszeichnen. Die Grösse scheint ein nicht unwichtiges Merkmal zu sein, da bekanntlich die Mehrzahl der lebenden Asseln einen weit geringeren Körperumfang besitzt. Die grössten Formen (aus der Familie der Cymothoiden) sind durchschnittlich 5 cm lang. Nur zwei Arten, *Epichtys giganteus* Herklots und *Idothea antarctica* Eights, erreichen eine Länge von über 8 cm.[14])

Fassen wir das Angeführte noch einmal zusammen, so erhalten wir folgende Charakteristik der Gattung

Palaega Woodward 1870 emend. v. Ammon 1882.

Körper gross (bis 13 cm lang), langgestreckt, an allen Abschnitten (den Kopftheil ausgenommen) von nahezu gleicher Breite. Der kalkige Panzer des Hautsceletes lässt eine grubig-höckerige Beschaffenheit der Oberfläche erkennen. Rumpf aus Kopf, sieben Mittelleibsringen und sechs Seg-

---

14) In neuester Zeit sind allerdings, wie ich aus dem unterdess erschienenen 2. Heft der Isopoden von Bronn's Classen und Ordnungen des Thierreiches (V. Bd. II. Abth. Arthropoda. Bearbeitet von Gerstaecker) S. 166 entnehme, einige weit grössere Arten aufgefunden worden. So misst die *Serolis Bromleyana* Willemoës-Suhm aus dem antarktischen Ocean mit den Hautanhängen 100 mm und der *Bathynomus giganteus* M. Edwards aus der Bai von Yucatan, welcher sich Cirolana, wie Aega anschliesst, erreicht gar eine Länge von 230 mm bei 100 mm Breite.

menten des Hinterleibes (Postabdomen) bestehend. Kopf mit seinem unteren Theil in das vorderste Segment vom Mittelleib eingesenkt. Augen gross. Antennen am Stirnrand inserirt. Segmente des Mittelleibes nahezu gleich lang. Die seitlichen Anhänge der Ringe, die Epimera, nach unten spitz zulaufende Lappen bildend; auf denselben ein diagonaler Kiel. Die fünf ersten freien Ringe des Postabdomens von gleicher Länge, etwas kürzer wie die Mittelleibssegmente; letztes, sechstes Segment (das Schwanzschild, Telson) gross, lang, mit scharfem Kiel, am unteren Rand mit Zähnen besetzt. Letztes Beinpaar des Postabdomens in Ruderorgane umgewandelt, bestehend jederseits aus einem Basalgliede und zwei länglichen, wahrscheinlich nicht ausgezackten, lamellösen Spaltästen.

Mit *Palaega* darf nicht verwechselt werden *Palaegina* Häckel[15]), ein fossiles Medusengeschlecht.

Species-Benennung. Die Species-Benennung anlangend kommt von den bis jetzt beschriebenen fossilen Formen nur eine Art, *Palaega Gastaldii* Sismonda sp., in Betracht, die als identisch mit der unserigen angesehen werden könnte. Bei näherem Vergleich lässt sich jedoch kein völliger Beweis der specifischen Uebereinstimmung erbringen. Da der obere Theil des Telsons, wie die Abbildung[16]) von Sismonda zeigt, erhalten ist, so müsste derselbe, wenn die gleiche Art vorläge, den charakteristischen Kiel aufweisen. Ausserdem bezeichnet Sismonda die Epimera als bifida (loc. citat. p. 68) und diphylla (l. c. p. 67), während die Häringer Exemplare dieselben einspitzig ausgebildet haben. Es kann daher der Name *Gastaldii* keine Anwendung auf unsere Stücke finden, welche wir wegen der grubigen

15) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. XV. 1865.

16) Memorie della reale academia delle scienze di Torino. Ser. II. tom. X. tab. III. fig. 10.

Beschaffenheit der Hautoberfläche *Palaega scrobiculata* zu benennen vorschlagen.

Specifische oder sexuelle Verschiedenheit der einzelnen Stücke? Nun frägt es sich noch, ob sämmtliche von Häring stammenden Stücke einer einzigen Art angehören oder mehreren Species zugetheilt werden müssen? Von den acht mir zur Verfügung stehenden Exemplaren ist eines nahezu vollständig erhalten (Tafel I und III). Es zeichnet sich vor den übrigen namentlich dadurch aus, dass die grubig-warzige Ausbildung der Körperhaut in deutlichster Weise sichtbar ist. Von den anderen Stücken stellen einige, die kleineren (wie Nr. I auf Tafel II und IV), offenbar die Jugendstadien derselben Art dar. Die übrigen Reste, welche, wie auch die jugendlichen Individuen, nur die letzten Ringe des Mittelleibes und des Postabdomens erhalten zeigen (Nr. II und IV der Tafel II und IV), stimmen in den Grössenverhältnissen ungefähr mit dem ganzen Exemplare überein, nur macht sich eine Verschiedenheit insoferne bemerkbar, als der Hautpanzer zwar auch die punktirt-chagrinartige Beschaffenheit erkennen lässt, dieselbe aber weit schwächer ausgebildet ist. Eine zweite Art anzunehmen, wäre bei der Uebereinstimmung der übrigen Charaktere zu gewagt, ich suchte daher nach einer anderen Erklärung der Verschiedenheit und glaube dieselbe in der Annahme gefunden zu haben, dass die Stücke den beiden Geschlechtsformen ein und derselben Art entsprechen. Die mit der weniger scharf markirten Ornamentirung versehenen Exemplare sind verhältnissmässig ein wenig breiter als das Hauptstück, ferner sehen wir bei ihnen den ersten (obersten) Ring des Postabdomens oder Hinterleibes vom letzten Brustring in stärkerem Maasse bedeckt als es bei den kräftiger ornamentirten Stücken der Fall ist. Beide Merkmale lassen vermuthen, dass die so beschaffenen Exemplare weibliche Individuen darstellen. Wir lesen nämlich in der Abhandlung

von SCHIOEDTE und MEINERT über die Aegiden, dass bei *Aega* der Geschlechtsunterschied folgendermassen sich geltend macht: Mas a femina differt: forma nonnihil angustiore; annulo primo caudali minus obtecto.[17])

Beschreibung der Art **Palaega scrobiculata** v. Ammon.

Allgemeine Form: Körper flach, mit mässig und gleichartig gewölbter Rückenseite. Die Form des Rumpfes stellt ein längliches Oval vor, welches im Querdurchmesser an allen Stellen, ausgenommen die vorderste Parthie, die gleiche Breite besitzt. Das vordere, obere Ende ist leicht zugespitzt, das untere abgerundet. Verhältniss der Breite zur Länge 4 : 9.

Der Rumpf besteht aus dem Kopftheil *(cephalon)* und einer Anzahl von freien Leibesringen, wovon 7 den Mittelleib (das *Pereion*) und 6 den Hinterleib (das *Postabdomen* oder *Pleon*) bilden. Das letzte Segment des Hinterleibes (die Schwanzschuppe oder das *Telson*) ist durch ansehnliche Länge ausgezeichnet.

Analog dieser Gliederung sind nach dem üblichen Modus an den Figuren der Tafeln III und IV die Segmente des Mittelleibes mit den römischen Ziffern I—VII, die Segmente des Postabdomens dagegen mit den arabischen Ziffern 1—6 bezeichnet.

Will man bei der Nummerirung der einzelnen Körpersegmente in derselben Weise verfahren, wie es jetzt behufs der gleichartigen Bezeichnung der homologen Theile allgemein für die Malacostraken oder höheren Krebsthiere bei welchen der Körper constant in 18 Segmente gegliedert erscheint, durchgeführt wird, dann ergeben sich für die einzelnen Abschnitte folgende Zahlen. Auf den Kopftheil,

17) SCHIOEDTE et MEINERT Symbol. ad monogr. Cymothoarum. Naturhistor. Tidsskrift. 3. R. 12. B. 1879. p. 33.

der sich aus 4 Segmenten zusammengesetzt erweist, fallen die Ziffern I—IV, die Segmente des Mittelleibes erhalten die Zahlen V bis XI, die fünf ersten freien Ringe des Postabdomens behalten die Zahlen 1 bis 5, während das Telson aus der Verwachsung zweier Segmente, nämlich des 6. und 7. entstanden gedacht wird.

Struktur des Hautpanzers. Das Rumpfscelet ist aus einem derben Hautpanzer gebildet, der durch Aufnahme von Kalksalzen in die Chitinhaut eine solche Festigkeit erlangt hat, dass er in ausgezeichneter Weise sich hat erhalten können. Die Reste heben sich durch ihren fast an das Schmelzschuppenkleid von Fischen erinnernden Glanz und ihre gelbliche Färbung gut von dem sie einschliessenden grauen Mergelgestein ab. An manchen Stücken zeigen sich an den ursprünglich an organischer Materie reicheren Theilen des Sceletes, wie an den Epimera, im unteren Theile der Schwanzschuppe oder auch in schmalen Streifen zwischen den Ringen, dunklere bis schwärzliche Parthieen, durch Verkohlung der organischen Substanz entstanden.

Die Oberfläche des Panzers ist nicht glatt, sondern zeigt eine eigenthümliche runzelig-grubig-punktirte Beschaffenheit, welche sich vorzugsweise auf den unteren Parthieen jedes Segmentes, ausserdem am ganzen Kopf und auf der Schwanzplatte kenntlich macht. Sismonda erwähnt eine ähnliche Ornamentirung von seinem Sphaeroma Gastaldii, Woodward beobachtete dieselbe Struktur an der cretacischen Art („a characteristic peculiar punctate, pitted and wrinkled ornamentation").[18])

Die Punkte sind dicht stehend, unregelmässig gehäuft oder zu undeutlichen Längsreihen verbunden, zwischen welchen runzelartige Erhebungen auftreten. Die Punkte oder Grübchen sind am breitesten auf den seitlichen Anhängen, den Epimera.

18) loc. cit. p. 495.

Diese Ornamentirung ist nicht an allen Stücken in gleicher Ausbildung vorhanden. Am deutlichsten finden wir sie an dem grossen Exemplare ausgeprägt. Auf den Epimera ist hier eine grobpunktirte Struktur entwickelt, am Kopf weist letztere ein mehr schuppiges Gefüge auf, die Segmente lassen in ihrer unteren Hälfte in ausgesprochener Weise eine grubig-runzelige Beschaffenheit wahrnehmen, während an den oberen Segmenten des Postabdomens und auf der Schwanzplatte dieselbe durch das Hervortreten von kleinen Höckerchen auf den faltigen Theilen in eine warzig-runzelige Struktur übergeht. Etwas breitere Höcker treten an einigen Stellen am Telson und an den Rändern der Hinterleibsringe auf. Die anderen Exemplare zeigen diese Struktur weit weniger stark, doch erkennt man mit der Lupe bei allen denselben Charakter der Hautbedeckung.

Die kleineren jugendlichen Exemplare lassen die Struktur wieder ein wenig schärfer hervortreten, als jene grösseren Stücke, welche bei oberflächlicher Betrachtung eine fast glatte oder wenigstens sehr fein punktirte Haut zu besitzen scheinen. Nach schon oben ausgesprochenen Gründen möchten wir diese letzteren als die Reste weiblicher Individuen deuten.

Kopf, *Cephalon.* Der Kopf wird gebildet von einer der Quere nach ausgezogenen, oben abgerundeten, am unteren Rande in der Mitte geradlinig verlaufenden, seitwärts schief abgestutzten Platte, deren Breite (20 mm) die Länge (12 mm) fast um das Doppelte übertrifft. Dadurch dass der untere Rand beiderseits einen Winkel bildet, erscheint der Kopf mit seinem unteren Theile in das erste Mittelleibssegment eingesenkt, dessen obere Seitenecken nach vorne ausgezogen sind. Eine ähnliche Gestalt besitzt der Kopf, wie bereits oben erwähnt, bei manchen recenten *Cirolana*-Arten. Die Breite des Kopfes ist geringer als die der Rumpfringe. Auf der Oberseite an den seitlichen Rändern befinden sich die grossen Augen (fast 8 mm lang, 5 mm breit). Der untere

Rand derselben ist scharf markirt, während die Begränzung nach oben nur in einer schwach sichtbaren Linie angedeutet ist. Auffallend ist, dass die schuppig-runzelige Haut auch über die Fläche beider Augen sich erstreckt. Man muss daher annehmen, dass dieselben mit einer ziemlich derben Cornea bekleidet waren, welche sich durch den Druck, welchen die Versteinerung zu erleiden hatte, in Falten gelegt hat. Am vorderen Stirnrande sind die Fühlhörner befestigt, von welchen, allerdings nur in undeutlicher Weise, die Ansätze beider Paare, der oberen kürzeren und der unteren längeren, beobachtet werden können.

Der Kopf ist durch eine tiefe Furche vom ersten Mittelleibsring geschieden.

Mittelleib, *Pereion.* Der Mittelleib ist aus sieben soliden Segmenten zusammengesetzt. Das erste Segment weicht von den übrigen gleichartig gestalteten in der Form etwas ab. Es ist länger als jedes der letzteren, im oberen Theil ausgeschnitten und beiderseits an den Ecken nach vorn ausgezogen. Die Ornamentirung erscheint auf der ganzen Fläche gleichmässig runzelig-grubig. Eine Querlinie ist nicht nachweisbar.

Die übrigen sechs Segmente besitzen die gleiche Länge und sind nahezu gleich breit. Durch eine im oberen Theil jedes Gliedes auftretende Querlinie, (*l* auf Taf. III und IV) die mehr oder weniger deutlich sichtbar, unter Umständen auch von dem vorgelagerten Segment bedeckt sein kann, wird jeder Ring in zwei Felder abgetheilt, wovon das vordere nahezu glatt erscheint oder wenigstens die Skulptur nur schwach entwickelt zeigt, während das untere die charakteristische runzelig-grubige Beschaffenheit aufweist.

Eine solche Querlinie findet sich durchgängig auf den Mittelleibsringen der lebenden Arten von *Aega* und verwandten Gattungen vor.[19])

19) Siehe Charakteristik der Aegiden von SCHIOEDTE und MEINERT. *Loc.* citat. Naturh. Tidsskrift. 1879. p. 334.

Was die speciellere Gliederung des Mittelleibes betrifft, so bilden nach der Nomenklatur von SPENCE BATE Segment I und II das vordere Pereion, die Segmente III bis VII dagegen das hintere Pereion.

Epimera. An den Abschnitten des Mittelleibes stehen zu beiden Seiten lappige Anhänge, die sog. *Epimera*. Das erste Segment zeigt dafür nur einen etwas verbreiteteren Rand, am zweiten treten die lappigen Fortsätze schon deutlicher auf und an den übrigen Ringen bestehen diese Epimera aus ziemlich breiten, fast dreieckigen, mit der verlängerten Spitze nach hinten gerichteten Seitenplatten. Der äussere Rand derselben ist lang, gerade, oben etwas bogig verlaufend, der untere abgestutzt. Auf den Platten bemerkt man einen schräg von oben nach der Spitze zu verlaufenden ziemlich starken Kiel. Ein zweiter schwächerer Kiel bildet den seitlichen Rand. Die Oberfläche der Epimera ist bedeckt mit Grübchen. Auch die Segmente des Postabdomens (ausgenommen das Telson) spitzen sich seitwärts zu lappigen Fortsätzen zu, welche aber nicht die Dimensionen der Epimera der Brustringe erreichen. Bei guter Erhaltung sieht man auf denselben gleichwie auf den letzteren einen schräg stehenden Kiel.

Hinterleib, *Postabdomen*. Das Postabdomen oder Pleon besteht aus den sechs Schwanzsegmenten. Segment 1 bis 3 bilden den vorderen, Segment 4 bis 6 den hinteren Theil des Pleons. Das Endglied (Segment 6) breitet sich zu einer grossen Schuppe, Telson, aus.

Die ersten fünf Ringe des Hinterleibes bieten nichts Auffälliges dar. Ihre Länge steht jener der Mittelleibsglieder etwas nach. Ebenso verhält es sich mit der Breite. Eine Querlinie ist nicht vorhanden. Beschaffenheit der Haut die gleiche wie bei übrigen Rumpfgliedern. An einigen Stellen nächst der Furchen, welche die einzelnen Ringe trennen, machen sich seitwärts einzelne niedrige breitere Höckerchen

bemerklich. Bei manchen Stücken ist der erste Hinterleibsring vom letzten Mittelleibssegment stärker bedeckt (Kennzeichen der weiblichen Individuen).

Das Schwanzschild *(Telson)* stellt eine unten abgerundete und mit spitzen Ausläufern verzierte Platte dar, welche die gleiche Breite wie die übrigen Segmente besitzt. Die Länge ist eine beträchtliche, sie kommt derjenigen gleich, welche die 5 vorderen Abschnitte des Pleons zusammen aufweisen. Die festeren, kalkigen Einlagerungen der Haut waren hauptsächlich im oberen Theile der Platte angehäuft, der untere besass eine häutige, chitinöse Beschaffenheit, daher auch an den Exemplaren die gelbglänzende Hautschicht auf die obere Hälfte des Telsons beschränkt ist und von der unteren Parthie sowie auch den seitlichen Rändern desselben nur die Abdrücke im Gestein oder höchstens die Reste eines dünnen Häutchens sich erhalten haben. Die grubigpunktirte Beschaffenheit der Hautoberfläche ist über die ganze Fläche des Telsons ausgebreitet. Doch treten, was besonders am grossen Exemplare deutlich zu sehen ist, die Grübchen etwas mehr zurück, während die Wärzchen an Stärke zunehmen. Ausserdem gewahrt man an mehreren Stücken im oberen Theil an zwei dem Rande nahe gelegenen Stellen je ein etwas grösseres, stumpfes Höckerchen. Als wichtigstes Merkmal in der Skulptur des Schildes ist jedoch der in der Mittellinie auftretende Kiel zu betrachten. Derselbe beginnt ein klein wenig unter dem oberen Rande und ist bis über die Mitte der Platte als scharfe Firste entwickelt. Im unteren Theile des Schildes ist er dagegen nicht mehr deutlich nachweisbar. Merkwürdiger Weise zeigt das grosse Exemplar den Kiel verhältnissmässig am schwächsten ausgebildet. Der untere Rand des Telsons ist mit spitzen Zähnen besetzt, die sämmtlich die gleiche Länge (bis zu 4 mm) haben. Man zählt ausser einem unpaaren in der Mitte deren 3 bis 4 auf jeder Seite.

An manchen Stücken hat es den Anschein, als ob mehrere Zahnreihen übereinander auf schuppigen Vorsprüngen in der unteren Parthie des Telsons vorhanden gewesen wären. An den seitlichen Rändern des Telsons finden sich Andeutungen von Radialstreifen, wie sie Woodward bei *Palaega Carteri* abbildet.

Letztes Spaltbeinpaar. Seitliche Ruderflossen. An sämmtlichen Stücken sind Theile des letzten Paares der Gliedmassen vom Hinterleib erhalten. Dieses letzte Paar der *Pedes spurii*, das sechste Spaltbeinpaar, welches zu einem Ruderorgane umgewandelt ist, besteht jederseits aus zwei langgestreckten, aufrecht stehenden, lamellösen Aesten, welche an einem kurzen Basalgliede befestigt sind. Es sind die Ruderfüsse dem Telson an dessen Basis seitlich eingefügt und werden von der Platte desselben bedeckt. Da das Schwanzschild in seinem unteren Theile einer derberen Haut entbehrt, so sieht man unter dem zarten Abdruck des chitinösen Schildes die Umrisse der Flossenfüsse in deutlicher Begränzung. Letztere wären dem Auge des Beobachters entzogen, wenn das Telson eine festere Beschaffenheit besessen hätte.

Die Länge der Spaltfüsse erreicht nicht die der Telsonplatte. Der innere Ast ist kürzer als der äussere.

Lokalität. Unteroligocäne Schichten von Häring bei Kufstein in Tirol. Sämmtliche Reste stammen nach freundlicher Mittheilung des Herrn Oberbergverwalter Mitterer in Häring aus einer einzigen Bank.

Maasse.

Grosses Exemplar. Tafel I und III.

Länge des Körpers nahezu 130 mm; Breite etwas über 40 mm.

Kopf: Länge 12 mm. Grösste Breite 20 mm. Horizontaler Theil des unteren Randes 15 mm. Länge der Augen nahezu 8 mm. Breite derselben fast 5 mm.

Mittelleib: Länge von Segment I in der Mitte 11 mm, seitlich 15 mm. Breite von Segment I 30 mm. Länge der übrigen Segmente (d. h. des sichtbaren, unbedeckten Theiles derselben) 7 mm. Breite der mittleren Segmente mit anhängenden Epimera etwas über 40 mm.

Epimera: Länge in der Diagonale 12 mm. Breite ungefähr 5 mm.

Postabdomen: Länge des sichtbaren Theiles der Ringe 5 mm. Breite derselben mit den Epimera 35 mm.

Länge des Telsons 25 mm. Breite ergänzt circa 33 mm. Länge der Zähne 3 mm.

Exemplar I. Tafel II und IV. Erhalten die beiden letzten Ringe vom Mittelleib und das Postabdomen.

Mittelleib: Ganze Länge vom Segment VI 7 mm. Länge des sichtbaren Theiles von Segment VII 4 mm. Breite ohne Epimera etwas über 20 mm.

Obere Ringe des Hinterleibes: Ganze Länge 4 mm. Länge des unbedeckten Theiles 3 mm. Breite mit den epimeren Anhängen 21 mm.

Schwanzschild: Länge 18 mm. Breite ungefähr die gleiche.

Seitliche Ruderflossen (p. 6): Länge circa 15 mm. Breite des inneren Astes 1 mm, des äusseren 1 1/2 mm.

Exemplar II. Tafel II und IV. Erhalten drei Segmente des Mittelleibes und Hinterleib mit den Flossenfüssen der rechten Seite.

Mittelleib: Breite 35 mm. Ganze Länge von Segment V 7 mm.

Hinterleibsringe: Breite mit seitlichen Anhängen 35 mm. Länge durchschnittlich 3 mm.

Schwanzschild, Telson: Breite 34 mm. Länge circa 19 mm.

Seitliche Ruderflosse: Länge des äusseren Astes 12 mm, des inneren 11 mm. Breite der Aeste etwas über 1 mm.

Exemplar III. Tafel II und IV. Erhalten die drei letzten Ringe vom Mittelleib und das Postabdomen. Körper durch Pressung des Gesteines seitlich zusammengedrückt.

Mittelleib: Ganze Länge der Segmente 7 mm, Länge des nicht bedeckten Theiles derselben 4 mm.

Hinterleibsringe: Ganze Länge 4 mm. Länge des sichtbaren Theiles 4 mm. Länge des unbedeckten Theiles von Segment 1 1 1/2 mm.

Telson: Länge ohne Zähne 21 mm.

Exemplar IV. Tafel II und IV. Erhalten zwei Ringe vom Mittelleib, Theile der Ringe des Postabdomens und das Schwanzschild mit den Ruderflossen auf der rechten Seite.

Mittelleibsringe: Breite 39 mm. Ganze Länge 8 mm. Länge des sichtbaren Theiles 5 mm.

Schwanzschild: Länge (ohne Zähne) 25 mm. Breite 35 mm. Länge der Zähne 4 mm.

Seitliche Ruderflossen, p. 6: Länge des inneren Astes 16 mm, des äusseren 19 mm. Breite der Aeste 2 mm.

Aufzählung aller fossilen Isopodenformen.

Zusammenstellung nach den geologischen Systemen.

In Folgendem will ich versuchen, den gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse über die fossilen Asseln durch Aufführung der sämmtlichen bis jetzt bekannt gewordenen Arten in übersichtlicher Weise darzulegen.

Es wurden hiebei auch jene Formen berücksichtigt, deren systematische Stellung zwar zweifelhaft erscheint, welche jedoch von den betreffenden Autoren als Angehörige der in Rede stehenden Crustaceenordnung angesehen worden sind.

Aus dem Devon hat H. WOODWARD[20]) einen Isopoden beschrieben:

Praearcturus gigas H. Woodward. Old red sandstone. Rowlestone, Herefordshire. Die Originalabhandlung über diese interessante Versteinerung steht mir leider nicht zur Verfügung. NICHOLSON[21]) führt die Art in seinem Handbuch der Paläontologie als den ältest bekannten Isopoden auf. Derselbe zeichnet sich durch beträchtlichen Körperumfang aus und wird mit dem lebenden *Arcturus Baffini* Sabine sp. verglichen.

Aus Schichten der Steinkohlenformation und zwar aus Süsswasserbildungen der unteren Abtheilung derselben von Burdie House bei Edinburgh führt SCOULER[22]) bereits 1831 eine Versteinerung unter der generischen Bezeichnung *Eidothea* auf, welcher Name bekanntlich für eine recente Isopodengattung aufgestellt ist. Spätere Untersuchungen von HIBBERT und anderen englischen Paläontologen haben jedoch ergeben, dass das Fossil als eine Art des in paläozoischen Schichten verbreiteten Merostomengenus *Eurypterus* zu betrachten ist. Es erhielt den Namen *Eurypterus Scouleri* Hibbert. Ausführliche Beschreibung und Abbildung siehe WOODWARD[23]) The fossil Merostomata.

---

20) Transactions Woolhope Naturalists Field Club 1870 p. 266. Fossil scetches Nr. 9 fig. 1, 2, 10. Gelegentlich wird das Fossil von WOODWARD noch erwähnt: Geological Magazine 1871 p. 521. Ferner Quarterly Journal of the geolog. society, Vol. XXXV Part. I p. 348. Palaeontographical Society. Band XXVI. 1872 p. 166.

21) HENRY ALLEYNE NICHOLSON. A manual of Palaeontology. 1872. p. 176.

22) SCOULER. Description of a fossil Crustaceous animal. Edinburgh Journal of Natural and Geographical Science, new series Nr. VI. June 1831. pl. X. p. 352.

23) H. WOODWARD. A monograph of the British fossil Crustacea belonging to the order Merostomata. Part. IV. Palaeontographical Society. Vol. XXVI. 1872 p. 133.

Von den im Steinkohlengebirge der Saarbrückener Gegend vorkommenden Thier-Resten rechnet GOLDENBERG[24]) folgende zwei Fossilien zu den Isopoden:

Oniscina ornata Goldenberg. Abbildung l. c. Heft I Taf. I fig. 13.

Oniscina? (Chonionotus) lithanthracis Jordan sp. Abbildung Palaeontographica IV. 1854 tab. II fig. 3 und Goldenberg loc. cit. Heft I tab. I 19.

Beide Arten sind nur in je einem Exemplare bekannt. Dasjenige Stück, worauf die erstgenannte Species gegründet ist, wurde in einem Thoneisenstein bei Altenwald gefunden, das andere stammt aus einem Sphaerosiderit des Eisenbahnschachtes bei Jägersfreude. Die Deutung der Stücke als Isopodenreste ist sehr unwahrscheinlich.

Von *Oniscina ornata*, auf der Tafel als *Arthropleura ornata* bezeichnet, sind nur Bruchstücke einiger Körperringe erhalten; dieselben gleichen im Allgemeinen sehr den Segmenten einiger Merostomen-Arten (z. B. *Eurypterus Scouleri*). Eine ähnliche Ornamentirung findet sich auch bei *Stylonurus Scoticus*. Ich möchte daher das Exemplar am ehesten als den Körpertheil eines Krusters aus der paläozoischen Ordnung der Merostomata auffassen.

Was den *Chonionotus lithanthracis* Jordan[25]) betrifft, so war GOLDENBERG über dessen systematische Stellung selbst im Zweifel. Im ersten Hefte seiner Fauna Saraepontana (S. 21) macht er auf die Aehnlichkeit mit der recenten Isopodengattung *Arcturus* aufmerksam, während er an einer

---

24) FRIEDR. GOLDENBERG: Fauna Saraepontana fossilis. Die fossilen Thiere aus der Steinkohlenformation von Saarbrücken. 1. Heft. 1873. S. 20, 21 tab. I fig. 13 und 19. 2. Heft. 1877. S. 51.

25) JORDAN und v. MEYER: Ueber die Crustaceen der Steinkohlenformation von Saarbrücken. Dunker's Palaeontographica IV. 1854. p. 12 tab. 2 fig. 3.

anderen Stelle (Heft II S. 51) das Stück gar mit einem Eigehäuse vergleicht. Nach seiner Muthmassung gehöre dasselbe zu einem in dem gleichen Lager eingebetteten Thierrest, welchen er irrthümlich unter dem neuen Genusnamen *Polyzosterites* den Schaben zurechnet. Dieser Thierrest, der *Adelophthalmus granosus* Jordan[26]), ist jedoch offenbar eine echte Merostomen-Species.

Nach meiner Ansicht besitzt das fragliche Stück *(Chonionotus lithanthracis)* eine solche frappante Aehnlichkeit mit einer aus dem englischen Carbon beschriebenen Form, der *Euphorberia ferox* Salter sp., dass ich es damit unbedingt vereinigen möchte. Letzteres Fossil ist zuerst von Salter[27]) unter dem Name *Eurypterus? (Arthropleura) ferox* beschrieben worden. Woodward verbreitete sich dann später in seiner schönen Monographie der Merostomen ausführlicher über die Versteinerung und wies nach, dass dieselbe weder zu Eurypterus noch zu *Arthropleura* gehören könne.[28]) Er stellt sie schliesslich zu dem carbonischen Myriapoden-Genus *Euphorberia* Meek and Worthen.[29])

Nach diesen Darlegungen ist ersichtlich, dass der Gattungsname *Oniscina* Goldenberg keine Existenzberechtigung besitzt.

Aus den Steinkohlenschichten (untere Abtheilung der echten Steinkohlenformation) von Mazon creeck, Grundy

---

26) Palaeontographica IV. 1854. p. 8 tab. 2 fig. 1 und 2. Weitere Abbildungen: Goldenberg loc. cit. Heft 1 Taf. I fig. 17. Bronn's Classen und Ordnungen des Thierreiches V. Bd. 1. Abth. tab. 35 fig. 12.

27) Quarterly Journal of the Geological Society 1863. Vol. XIX. p. 86. Holzschnitt fig. 8.

28) Palaeontographical Society Vol. XXVI. 1872. p. 171 ff. Abbildung im Text. Copie nach Brodie Fossil Insects in the secondary Rocks of England 1845 pl. 1 fig. 11. Dasselbe Bild hat F. Roemer in die Lethaea palaeozoica tab. 47 fig. 4 aufgenommen.

29) Americ. Journal of Science Vol. 45 1868 und Geological Survey of Illinois. Vol. III Palaeontology 1868.

county, Illinois beschrieben MEEK und WORTHEN[30]) eine neue Crustaceengattung, *Acanthotelson* (1860), welche sie, allerdings mit Vorbehalt, den Isopoden einreihen.

Die Gattung ist durch zwei Arten vertreten:

Acanthotelson Stimpsoni Meek and Worthen. Abbildung Palaeont. of Illinois. Vol. II tab. 32 fig. 6, ibid. Vol. III p. 549 Holzschnitt. Ausserdem Geological Magazine Dec. II, Vol. VIII. 1881 Taf. XIV fig. 4.

Acanthotelson Eveni Meek and Worthen. Abbildung Geol. Surv. of Illinois Vol. III p. 551.

Zur Gattungsdiagnose bemerken die genannten Autoren: Obere Antennen nahezu so lang als die unteren, mit accessorischen Anhängen versehen. Thorax- (7) und Abdominalsegmente (6) nicht verschieden in der Länge. Kopf so lang als die zwei ersten Segmente. Vorderstes Beinpaar stärker als die übrigen, mit Dornen bewaffnet. Sämmtliche Fusspaare des Thorax nach vorn gerichtet. Endglied (Telson) einfach, lang, dornartig. Seitwärts am Telson spitze Anhänge, auf jeder Seite ein Paar.

Zu *Acanthotelson* gehören demnach langgestreckte, in der allgemeinen Gestalt an gewisse Decapoden wie auch an *Arcturus* unter den Isopoden erinnernde Formen mit gleichartig segmentirtem Körper, mit langen Antennen, wovon die inneren eine doppelte Geissel tragen, und mit zugespitztem Telson, woran seitwärts ein Paar spitzer Anhänge befestigt sind.

Bezüglich der Zutheilung der Gattung in eine der bestehenden Ordnungen äussern sich die beiden amerikanischen Paläontologen dahin, dass dieselbe zwar auf der einen Seite wegen der Beschaffenheit der Antennen und der nach vor-

30) Proceedings of the Academy of Natur. Sciences Philadelphia 1860. p. 457. Geological Survey of Illinois Vol. II Palaeontology p. 399. Geol. Surv. of Illin. Vol. III p. 549.

wärts gerichteten Thoraxbeine einige Verwandtschaft mit decapoden Krebsen bekunde, auf der anderen Seite dagegen die Form der Körpersegmente sowie die 7 unterscheidbaren Thoraxringe dafür sprächen, dass *Acanthotelson* den Tetradecapoden Dana's und unter diesen den Isopoden, welche auch nur ein Paar von griffelförmigen Abdominalanhängen und nicht deren drei wie die Amphipoden besässen, einzuverleiben sei. Dana rechnet Acanthotelson zu seinen Anisopoden, welchem Beispiele auch die beiden aufgeführten Autoren folgen. Diese Tribus, welche nach Dana eine die beiden anderen Tribus der Tetradecapoden, die Amphipoden und Isopoden, vermittelnde Gruppe vorstellen soll, kann jedoch nicht aufrecht gehalten werden, da Dana dieselbe in ganz willkürlicher Weise aus Amphipoden (Tanais) und verschiedenen Isopoden-Formen, die ihrerseits nicht einmal eine nähere Verwandtschaft unter einander bekunden, zusammengestellt hat. Die Unnatürlichkeit der Dana'schen Anordnung ist neuerdings von Gerstaecker[31]) einer Kritik unterzogen worden.

Was meine Ansicht über die systematische Stellung von *Acanthotelson* betrifft, so möchte ich vorläufig mich eines Urtheiles noch enthalten, da erst besser erhaltene Stücke darüber entscheiden werden. Zu den Isopoden glaube ich aber das Genus nicht rechnen zu können, weil nach den Abbildungen die inneren Fühlhörner mit einer doppelten Geissel behaftet sind, bei den Isopoden jedoch der Geisseltheil der Antennen bekanntlich stets in der Einzahl vorhanden ist. *Acanthotelson* scheint übrigens einem anderen aus dem gleichen Schichtencomplex von Meek und Worthen[32]) beschriebenen Genus, *Palaeocaris*, nicht besonders ferne zu

31) Bronn's Classen und Ordnungen des Thierreiches. V. Band II. Abth. S. 190.

32) Geological Survey of Illinois. Vol. II p. 403. Vol. III p. 553.

stehen. Letztere Gattung, von welcher in jüngster Zeit eine neue Art aus England von WOODWARD[33]) mitgetheilt wurde, wird von den erwähnten Autoren zu den höheren Krebsen (Decapoden) gestellt und mit dem für das Rothliegende charakteristischen *Gampsonyx fimbriatus* Jordan verglichen. Diese Art wird gegenwärtig von den Zoologen als merkwürdige Zwischenform der Ringelkrebse (Arthrostraka) und der stieläugigen Schalenkrebse (Podophthalmata) erklärt.[34]) In ähnlicher Weise dürfte vielleicht auch die systematische Stellung der Acanthotelsoniden aufzufassen sein.

Aus dem **Kupferschiefer** von Mansfeld (angeblich in einer Höhlung im Gebirge gefunden) machte GERMAR eine *Idothea antiquissima* namhaft. Nach QUENSTEDT[35]) ist jedoch nach dem Erhaltungszustande des Exemplares die Annahme eines fossilen Körpers ausgeschlossen.

Aus dem **Zechstein** Thüringens (Pösneck, Glücksbrunn) und Englands (Durham) führen einige Autoren die von v. SCHLOTHEIM als *Trilobites problematicus* benannte Versteinerung als den Rest eines Isopoden auf. Der gebräuchlichste Name des Fossils ist

Prosoponiscus problematicus v. Schlotheim sp.
Abbildungen bei

v. SCHLOTHEIM[36]) 1820 und 1823. Merkwürdige Versteinerungen Heft II fig. 8.

v. SCHAUROTH[37]) Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft VI. 1854 tab. 22 fig. 2.

---

33) H. WOODWARD Contributions to the Study of fossil Crustacea. Geolog. Magazine, Decade II. Vol. VIII 1881. p. 533. tab. XIV fig. 3 (*Palaeocaris Burnetti*, Mittlere Steinkohlenschichten, Irwell Valley).

34) CLAUS Grundzüge der Zoologie IV. Aufl. 1. Bd. S. 605.

35) QUENSTEDT Handbuch der Petrefaktenkunde 2. Aufl. 1867. S. 330.

36) v. SCHLOTHEIM Petrefaktenkunde. Gotha 1820 S. 41.

37) v. SCHAUROTH Ein Beitrag zur Paläontologie des deutschen Zechsteingebirges. Zeitschrift der deutschen geolog. Gesellschaft VI. Bd. 1854. S. 539 ff. (560 ff.)

Mit Ausnahme der letzgenannten Art gehören die Reste aus dem lithographischen Schiefer nach KUNTH einer eigenen Familie unter den schwimmenden Isopoden an, der er den Namen *Urdaidae* verlieh und welche er im System zwischen die Anceïden und Cymothoaden einreihte. Es ist diese Familie charakterisirt durch grossen, quadratischen Kopf mit sehr grossen Augen, welche Kopflänge besitzen, durch grosse vorspringende Oberlippe und zwei weit vorragende Mandibeln, „der Thorax besteht aus 5 Segmenten mit epimeren Stücken. Abdomen aus 7 Segmenten. Die ersten 6 sind kurz, das siebente bildet mit den Anhängen des sechsten eine grosse Schwanzflosse." Nach KUNTH gleicht das Abdomen in der Ausbildung dem mancher Cymothoaden, während der vordere Theil des Körpers eine merkwürdige Analogie mit den Anceïden aufweist.

Letzteres ist in der That der Fall. Wie *Anceus* in der männlichen Form (die Weibchen, welche früher als eine besondere Gattung, *Praniza*, angesehen wurden, weichen in der Körpergestalt von den Männchen beträchtlich ab) so hat auch *Urda* einen grossen Kopf, der mit mächtigen Zangen bewaffnet ist, ferner zeigt sich im Vorderleib bei beiden Gattungen eine scheinbare Fünftheiligkeit ausgesprochen. In Wirklichkeit lässt sich übrigens bei *Anceus* die normale 7-Zahl in der Gliederung des Mittelleibes nachweisen und wahrscheinlich dürfte diess auch später bei Urda gelingen. Selbst das Bein, welches Kunth von *Urda* abbildet, besitzt grosse Aehnlichkeit mit einer Gliedmasse von *Anceus*.

Ein Unterschied gegenüber den recenten Anceïden ergibt sich jedoch in dem breiteren Postabdomen, in der vorgezogenen quadratischen Oberlippe und in der viel bedeutenderen Grösse (Länge 40—50 mm, Breite 10—15 mm).

Was das als *Aega* (?) sp. von KUNTH aufgeführte Exemplar betrifft, so sehen wir an demselben im Allgemeinen die Charaktere der Aegiden vertreten. 7 Segmente

bilden den Mittelleib, 6 oder 7 das Postabdomen. Die Endschuppe verschmälert sich nach unten; seitwärts die spatelförmigen Ruderflossen. Länge 17 mm, Breite 7 mm. KUNTH bemerkt (l. c. S. 800) darüber: „Das vorliegende Stück gehört zu den Cymothoen unter den schwimmenden Isopoden. Das Thier scheint der Gattung *Aega* sehr nahe zu kommen, doch ist ein genauerer Vergleich unmöglich, da diejenigen Theile, welche bei lebenden die Gattungsmerkmale abgeben, an unserem Stücke fehlen."

Zu *Palaega* glaube ich die Form nicht ziehen zu dürfen, da das Schwanzschild anders beschaffen ist. Ich möchte daher einstweilen die generische Bezeichnung *Aegites* wählen, um anzudeuten, dass bereits im Jura Asseln vom Typus Aega auftreten.

Wir haben sonach im Ganzen aus den Solenhofener Kalkschiefern folgende Arten zu verzeichnen:

Urda rostrata Graf Münster. Beste Abbildung bei Kunth loc. cit. tab. XVIII fig. 1, 2.

Urda punctata Münster sp. Beste Abbildung bei Kunth loc. cit. tab, XVIII f. 3.

Aegites Kunthi v. Ammon. Kunth loc. cit. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1870. S. 798 t. XVIII fig. 4 und 5.

Aus dem englischen Purbeck kennt man zwei Isopoden-Arten:

Archaeoniscus Brodiei Milne Edwards[51]) 1843. Abbildungen geben:

BRODIE[52]) 1845 Foss. Insects pl. 1 f. 6—10.
WOODWARD and SALTER[53]) 1865 Cat. and Chart Foss. Crustac. f. 17.

---

51) Annales des Sciences Naturelles. 2 série XX. 1843. Zoologie p. 327.

52) BRODIE Insects found in the Secondary Rocks of England 1845 pl. 1 f. 6—10.

53) WOODWARD and SALTER. Catalogue and Chart of Fossil Crustacea 1865 f. 17.

NICHOLSON 1872 Manual of Palaeontology fig. 120.
WOODWARD[54]) 1879 Quarterly Journ. of geol. Soc. Vol. 35 tab. XIV f. 4.

Archaeoniscus Edwardsi Westwood[55]) 1854. Quart. Journ. of geol. Soc. London Vol. X pl. XIV fig. 12.

Archaeoniscus Brodiei liegt in einem Insekten einschliessenden Kalkstein des unteren Purbeck vom Wardour-Thal, Wiltshire; *Arch. Edwardsi* stammt aus dem Insect-Bed des unteren Purbeck-Kalkes der Durlestone-Bay bei bei Swanage, Dorsethire.

Auf erstere Art ist das Genus *Archaeoniscus* Milne Edwards gegründet. Kopf klein, zum grössten Theil in die vorderste Parthie des Mittelleibes eingesenkt. Mittelleib mit sechs Abschnitten[56]); die beiden ersten Segmente scheinen wie bei Serolis miteinander verwachsen zu sein. Im Postabdomen 6 Segmente; das unterste, das Telson, ist nahezu halbkreisförmig und besitzt, wie auch der Kopf, im Verhältniss zu den Leibesringen eine nur geringe Breite. Länge des Körpers 12 mm, Breite desselben 8 mm. Nach QUENSTEDT[57]) gleicht die Art „einem kleinen Trilobitchen, zwischen dem halbmondförmigen Kopf- und Schwanzschilde stehen die schmalen Brustglieder.“ Der allgemeine Habitus ist *Serolis*-artig, doch sind die oberen Ringe des Postabdomens besser entwickelt. Die Gattung ist den Cymothoiden ein-

---

54) H. WOODWARD. On the occurrence of Branchipus in a fossil state associated with Eosphaeroma and with numerous insect remains in the eocene freshwater (Bembridge) Limestone of Gurnet Bay, Isle of Wight. Quarterly Journal of the geological Society. London XXXV. 1879 p. 342.

55) WESTWOOD Fossil Insects and Isopods of the lower Purbeck. Quarterly Journal of the geolog. Society 1854 p. 385.

56) MC COY gibt für den Thorax 7 und für das Abdomen 5 Ringe an. Annals and magazine of natural history. 2 ser. IV 1849 p. 392.

57) QUENSTEDT Handbuch der Petrefaktenkunde. 2. Auflage 1867 p. 330.

zureihen und dürfte zwischen die Seroliden und die Cymothoidae errans, die Aegiden, zu stellen sein. Die zweite Art, *A. Edwardsi*, ist der ersteren sehr ähnlich und unterscheidet sich von dieser nur durch etwas grössere Breite.

Aus der **Kreide** sind bis jetzt drei Species bekannt:

Bopyrus sp. Bell[58]) Grünsand, Cambridge. Palaeont. Society 1862 pl. 3 fig. 3. Woodward und Salter Catal. and Chart of Fossil Crustac. 1865 p. 9 fig. 18.

Ein parasitischer Kruster aus der Familie der Bopyriden (Garneelasseln), sitzend unter dem Panzer eines anderen fossilen Krebses (eines anomuren Decapoden), *Palaeocorystes Stockesi* Mantell sp.

Palaega Carteri H. Woodward[59]). Abbildung Geolog. Magazine. London 1870 pl. XXII f. 3—6.

Fundort und Lager: Grey Chalk Dover; Chloritic Chalk, Cambridge; Chalk Rocks, Luton, Beds. Ausführlicheres über die Art siehe oben S. 514.

Palaega sp. Ferd. Römer[60]). Weisse Kreide mit Feuersteinen, Aalborg, Jütland.

Die Mehrzahl der bis jetzt bekannten versteinerten Asseln lieferte das **Tertiär**.

Aus dem alpinen **unteren Oligocän** (Häringer Schichten) habe ich in dieser Abhandlung beschrieben:

---

58) Bell Fossil Crustacea of the Gault and Greensand. Palaeontographical Society 1862 p. 13 pl. 3 f. 3.

59) Henry Woodward. Contributions to British fossil Crustacea. Geological Magazine London 1870. Vol. VII p. 495. 497. 588. Das Fossil wird sonst noch gelegentlich erwähnt von Woodward: a catalogue of British Fossil Crustacea 1877 p. 17 und Quarterly Journal of the geolog. Soc. 1879. XXXV. p. 348, ferner von Schlüter: Neue oder weniger gekannte Kreide- und Tertiärkrebse des nördlichen Deutschlands. Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. XXXI 1879 S. 587.

60) Wird von Woodward (Quarterly Journal of the geolog. Society. t. XXXV. 1879 p. 348) aufgeführt. Wo F. Roemer den Fund mitgetheilt hat, habe ich nicht ermitteln können.

Palaega scrobiculata v. Ammon 1882. Abbildung Taf. I—IV.

Exemplare dieser Art kommen nicht gerade sehr selten im Cementmergel von Häring bei Kufstein vor.

Aus etwas höheren, aber noch der tieferen Abtheilung des Oligocäns angehörigen Schichten des französisch-englischen Tertiärbeckens werden angeführt:

Eosphaeroma Brongniarti Milne Edwards[61]) sp. 1843. Abbildung bei:

HERMANN VON MEYER Palaeontographica. V. Bd. 1858. tab. XXIII fig. 1.

WOODWARD Quarterly Journ. of geol. Soc. t. 35 1879 tab. XIV f. 3.

Eosphaeroma fluviatile H. Woodward[62]) 1879. Quart. Journ. of geol. Soc. tom. 35 tab. XIV f. 1.

Eosphaeroma Smithi H. Woodward 1879 loc. cit. Quart. Journ. geol. Soc. t. 35 tab. XIV f. 2.

Die letzteren beiden Arten haben sich im „Upper Eocen, Bembridge series" d. h. in den unteroligocänen Bembridge-Schichten an der Gurnet Bai, Insel Wight gefunden. Die erstgenannte Species, zu welcher wohl auch das alte *Sphaeroma margarum* Desmarest gehören mag, wurde zuerst von Milne Edwards unter dem Namen *Palaeoniscus Brongniarti*, welche Bezeichnung HERMANN VON MEYER beibehalten hat, wissenschaftlich besprochen, bezüglich des Lagers gab EDWARDS

---

61) M. EDWARDS Annales des Sciences Naturelles. 2 sér. 1843 tome XX Zoologie p. 329.

62) H. WOODWARD On the occurrence of *Branchipus* (or *Chirocephalus*) in a fossil state, associated with *Eosphaeroma* and with numerous Insect-remains, in the eocene Freshwater (Bembridge) Limestone of Gurnet Bay, Isle of Wight. Quarterly Journ. of geolog. Society. London 1879 t. 35 p. 346.

an: „Couche de Marne à Cytherées, sous les Marnes vertes, Butte de Chaumont près Paris." Nach SANDBERGER[63]) sind diese Bänke als tiefste mitteloligocäne Brackwasserschichten über dem Gyps von Montmartre zu bezeichnen.

Da *Palaeoniscus* bekanntlich ein schon längere Zeit vorher errichtetes (Blainville 1818, Agassiz 1833) Fischgeschlecht bedeutet, hat WOODWARD mit Recht den Edwards'schen Namen aufgegeben und die Gattung neu benannt *(Eosphaeroma)*.

Die in Rede stehenden Isopodenformen waren Süsswasserbewohner und besassen nur geringe Körperdimensionen. An den grössten Exemplaren von *E. Brongniarti* beträgt die Länge 12 mm, die Breite 7 mm; *Eosph. fluviatile* ist etwas kleiner, *E. Smithi* etwas grösser. Der Körper bildet ein regelmässiges Oval, ausser den 7 normalen Mittelleibssegmenten ist ein einfaches fast kreisrundes Schwanzschild vorhanden, das 1/3 der ganzen Länge ausmacht. Bei *Brongniarti* zeigt sich über demselben noch ein Ring im Postabdomen ausgebildet. Seitlich am Telson stehen sichelförmige lamellenartige Anhänge (p. 6). Kopf weit schmäler als die Leibessegmente, in den ersten Mittelleibsring, der oben ausgeschnitten ist, eingesenkt. Augen nierenförmig, seitlich am Kopfe befindlich. M. Edwards möchte die Gattung zwischen *Sphaeroma* und *Ancinus* setzen. Hermann von Meyer ist betreffs des zum gleichen Formenkreis gehörenden *Eosphaeroma obtusum*, ähnlicher Ansicht, welchem er einen Platz zwischen den Cymothoiden und den Sphaeromatoiden einräumen will.

Aus dem deutschen Mitteloligocän ist eine Art nachgewiesen:

---

63) FR. SANDBERGER. Die Land- und Süsswasserconchylien der Vorwelt. S. 304.

Eosphaeroma obtusum Herm. v. Meyer[64]) sp. 1858. Abbildung. Palaeontographica V t. XXIII fig. 2—10 (Ober- und Unterseite mit Gliedmassen-Resten, seitliche Anhänge, ferner die Eier des Thieres).

Lager: Mitteloligocäne limnische Süsswasserbildung (Braunkohle) von Sieblos bei Poppenhausen, Rhön. Diese Teichassel, von Hermann von Meyer als *Palaeoniscus obtusus* beschrieben, besitzt einen mit den ebenerwähnten englischen und französischen Formen übereinstimmenden Habitus, daher jedenfalls zur gleichen Gattung gehörig. Länge 10 mm. Sieben Thoraxsegmente mit epimeren Stücken, Hinterleib aus einem einfachen unten abgerundeten Schwanzschild bestehend, seitlich sichelförmige Anhänge. Körper einrollbar.

Aus dem **Miocaen** ist uns erhalten:

Palaega Gastaldii Sismonda sp.[65]) 1849. Abbildung: Mem. della reale Accadem. delle scienze di Torino. Ser. 2 tomo X tab. III f. 10.

Lager: Miocäne Molasse Turin. Näheres über die Species auf S. 512, 513 und 517.

Armadillo molassicus Heer.[66]) Abbildung: Urwelt der Schweiz. 2. Aufl. S. 374 f. 245.

Lager: Obermiocäne Kalkschiefer von Oeningen. — Mit einrollbarem Körper. Der gemeinen Armadillassel sehr ähnlich.

Als Einschlüsse im **norddeutschen Bernstein**, welcher ein oligocänes Alter haben soll, werden endlich folgende Landasseln aufgezählt:

---

64) Hermann von Meyer. *Palaeoniscus obtusus*, ein Isopode aus der Braunkohle von Sieblos. Palaeontographica v. Dunker und Hermann v. Meyer. Band I p 111—114.

65) Eugenio Sismonda. Descrizione dei pesci e dei crostacei fossili nel Piemonte. Memorie della reale accademia delle scienze di Torino. Classe di scienze fisiche e matematiche. 2 Série. Tomo X p. 66—68.

66) Oswald Heer. Die Urwelt der Schweiz. 2. Aufl. 1879 S. 377.

Oniscus convexus Koch und Berendt.[67]) Abbildung loc. cit. tab. I fig. 1.

Porcellio notatus Koch und Berendt. Abbildung loc. cit. tab. I fig. 2.

Porcellio granulatus Menge.

Porcellio cyclocephalus Menge.

Trichoniscus asper Menge.

Die letzten 3 Arten sind nicht abgebildet, sondern werden von MENGE in dem BERENDT'schen Werke (S. 10) in einer Anmerkung zur Ergänzung der Fauna aufgeführt. Sämmtliche Bernsteinformen besitzen nur eine geringe Grösse (5 mm und etwas darüber) und stehen lebenden Arten offenbar ziemlich nahe.

---

67) GEORG KARL BERENDT. Die im Bernstein befindlichen organischen Reste der Vorwelt. I. Bd. 2. Abth. Die im Bernstein befindlichen Crustaceen, Myriapoden, Arachniden und Apteren der Vorwelt, bearbeitet von KOCH, Kreisforstrath in Regensburg und BERENDT, Sanitätsrath in Danzig. Berlin 1854 p. 9 und 10.



Uebersichts-Tabelle der fossilen Isopoden nach zeitlichem Auftreten und systematischer Stellung.

Ordnung: **Isopoda, Asseln.**	Devon	Trias	Jura		Kreide		Unteres Tertiär				Oberes Tertiär		Bernstein-Inclusa
			Oberster weisser Jura Solenhofen	Purbeck England	Grünsand Cambridge	Obere Kreide England, Dänemark	Unteroligocaen (marin) Häring	Unteroligoc. (Süsswassch.) Bembridge	Tiefst. Mitteloligoc. (Brackw.) Montmart.	Mitteloligocaen Braunkohle Sieblos	Marin. Miocaen Turin	Obermiocaen (Süsswasser) Oeningen	
1. Familie **Anceïdae** (Pranizidae). Fossil nicht bekannt.													
2. Familie **Urdaïdae.** Nur jurassisch.													
Urda rostrata Münster	.	.	+										
Urda punctata Münster	.	.	+										
3. Familie **Cymothoïdae** Schwimmasseln Jura—Jetzt.													
1. Subfamilie Cymothoïnae Parasitische Fischasseln. Fossil nicht bekannt.													
2. Subfamilie Aeginae Vagabd. Schwimmasseln.													
Aegites Kunthi v. Ammon	.	.	+										
Palaega Carteri Woodward	.	.	.	.	.	+							
Palaega sp. F. Roemer	.	.	.	.	.	+							
Palaega scrobiculata v. Ammon	.	.	.	.	.	.	+						
Palaega Gastaldii Sismonda sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+		
3. Subfamilie Archaeoniscinae. Nur im Purbeck.													

Ordnung: **Isopoda, Asseln.**	Devon	Trias	Jura		Kreide		Unteres Tertiär				Oberes Tertiär		Bernstein-Inclusa
			Oberster weisser Jura Solenhofen	Purbeck England	Grünsand Cambridge	Obere Kreide England, Dänemark	Unteroligocaen (marin) Häring	Unteroligoc. (Süsswasssch.) Bembridge	Tiefst. Mitteloligoc. (Brackw.) Montmart.	Mitteloligocaen Braunkohle Sieblos	Marin. Miocaen Turin	Obermiocaen (Süsswasser) Oeningen	
Archaeoniscus Brodiei Milne Edwards				+									
Archaeoniscus Edwardsi Westwood				+									
4. Subfamilie Serolinae Fossile Repräsentanten fehlen.													
4. Familie **Sphaeromidae** Kugelasseln. Tertiär, Recent.													
Eosphaeroma fluviatile Woodward								+					
Eosphaeroma Smithi Woodward								+					
Eosphaeroma Brongniarti Milne Edwards sp.									+				
Eosphaeroma obtusum Herm. von Meyer sp.										+			
5. Familie **Idotheïdae** Devon? und recent													
Praearcturus gigas Woodward	+												
6. Familie **Bopyridae** Garneelasseln. Kreide Recent.													
Bopyrus sp.					+								
7. Familie **Munnopsidae.** Pygmäenasseln. Fossil nicht bekannt.													

Ordnung: **Isopoda, Asseln.**			Jura		Kreide		Unteres Tertiär				Oberes Tertiär		
	Devon	Trias	Oberster weisser Jura Solenhofen	Purbeck England	Grünsand Cambridge	Obere Kreide England, Dänemark	Unteroligocaen (marin) Häring	Unteroligoc. (Süsswassch.) Bembridge	Tiefst. Mitteloligoc. (Brackw.) Montmart.	Mitteloligocaen Braunkohle Sieblos	Marin. Miocaen Turin	Obermiocaen (Süsswasser) Oeningen	Bernstein-Inclusa
8. Familie **Asellidae** Süsswasserasseln. Fossil nicht bekannt.													
9. Familie **Entoniscidae** Binnenasseln. Fossil nicht bekannt.													
10. Familie **Oniscidae** Landasseln. Tertiär, Recent.													
1. Subfamilie Oniscinae Mauer- und Kellerasseln.													
Oniscus convexus Koch und Berendt	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Trichoniscus asper Menge	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Porcellio notatus Koch und Berendt	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Porcellio granulatus Menge	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Porcellio cyclophorus M.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
2. Subfamilie Armadillinae Rollasseln.													
Armadillo molassicus Heer	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	
Zweifelhafte Form:													
Isopodites triasicus Picard sp.	.	+											

Schlussbetrachtung.

Es sind nach vorstehender Tabelle im Ganzen in runder Zahl 20 Arten von fossilen Asseln bekannt. Wenige Species, und zwar sind es die im Bernstein erhaltenen (wahrscheinlich oligocänen Alters), sowie eine Art aus dem Oeninger Miocän, gehören den Landasseln an (ONISCIDEN, *Oniscus*, *Porcellio*, *Armadillo*). Die übrigen waren Wasserbewohner. Unter diesen nehmen eine besondere Gruppe, die Teichasseln aus der älteren Tertiärzeit, die EOSPHAEROMEN, ein, welche sich in ihrem Habitus den jetzigen marinen und brackischen *Sphaeromen* anschliessen. In rein marinen Bildungen sind bis jetzt sicher bestimmbare Formen der letztgenannten Familie, der Kugelasseln, noch nicht bekannt geworden, was um so auffallender erscheint, als die Sphaeromen gegenwärtig die Küstenregionen besonders der wärmeren Meere in unzählbarer Menge bewohnen. Dagegen sind unter den Schwimmasseln die CYMOTHOIDEN in der Gruppe der vagabundirenden oder frei umherschwimmenden Meerasseln, der AEGINEN, durch mehrere fossile Repräsentanten nachgewiesen und zwar vertheilen sich die einzelnen Arten, welche den Typus *Aega* vertreten (*Aegites*, *Palaega*) auf mehrere Formationen (Jura, Kreide und Tertiär). Andere ausgestorbene Typen nähern sich in ihrem Baue mehr den *Seroliden*, es sind das die auf die Süsswasserschichten des obersten Jura beschränkten ARCHAEONISCIDEN. Dass auch schmarotzende Asseln in der Vorwelt nicht gefehlt haben, beweist der Fund eines BOPYRUS aus der unteren Kreide.

Eine besondere Gruppe von eigenthümlichem, fremdartigerem Typus bilden die URDAIDEN aus dem Solenhofener Schiefer. Dieselben besitzen verwandtschaftliche Beziehungen zu den heutigen *Anceïden*, zeigen jedoch andrerseits in ihrer Organisation merkliche Anklänge an die Schwimmasseln.

Man darf desshalb wohl die Urdaiden als einen Mischtypus betrachten. Sieht man von dem devonischen *Praearcturus gigas* ab, welcher vielleicht späterhin in einer anderen Crustaceenordnung seinen Platz finden wird (schon die beträchtliche Grösse lässt die Annahme eines Isopoden unsicher erscheinen), so stellen diese jurassischen Formen zugleich die ältesten Reste dar, welche völlig unzweifelhaft auf Isopoden bezogen werden können.

Tafelerklärung.

Tafel I. Palaega scrobiculata v. Ammon. Häringer Schichten. Photographie nach dem Original, vervielfältigt durch Lichtdruck. Vermuthlich ausgewachsenes Männchen.

Tafel II. Palaega scrobiculata v. Ammon. Häringer Schichten. Lichtdruckbilder nach Originalaufnahmen.
Fig. I. Jugendliches Exemplar.
Fig. II—IV. Vermuthlich weibliche Individuen.

Tafel III und IV. Dieselben Exemplare in Umrissen gezeichnet.

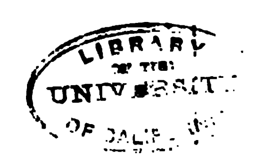
Erklärung der Zeichen.

e Kopf (cephalon).
o Augen.
an Ansätze der Fühlhörner.
I—VII Segmente des Mittelleibes (Pereion).
ep Epimera.
l Querlinie der Mittelleibssegmente.
1—6 Segmente des Postabdomens (Pleon).
6 Schwanzschild (Telson).
p6 Zu Ruderorganen umgewandeltes letztes Spaltbeinpaar des Postabdomens.
b Basalglied desselben.

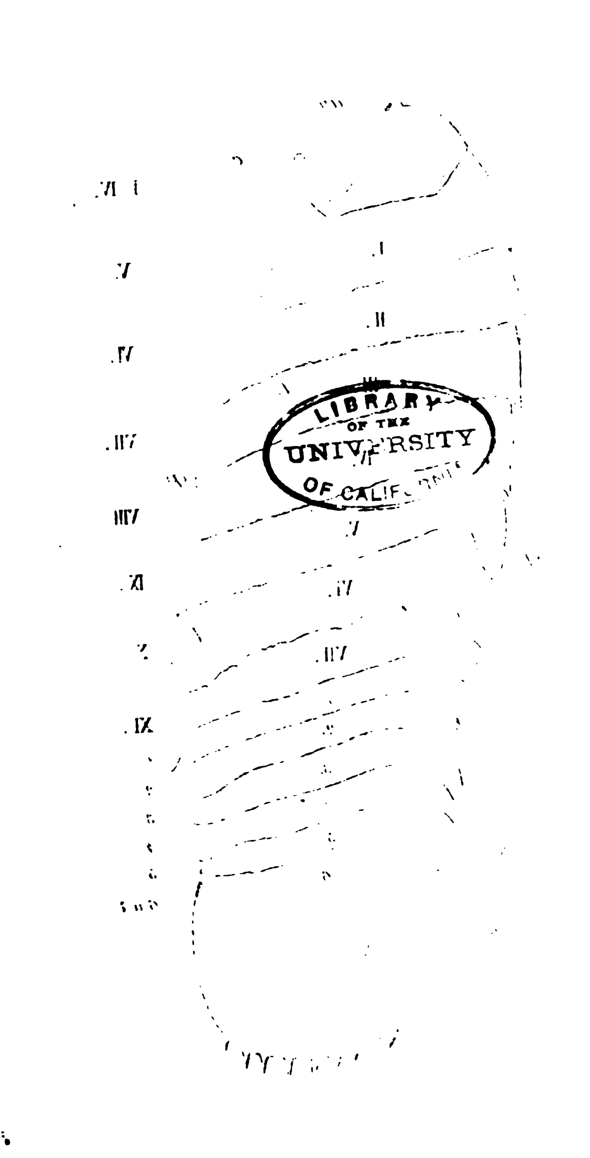
Auf der rechten Seite der Tafel III sind die Segmente mit den Bezifferungen versehen, wie dieselben für die homologen Abschnitte am Körper der malacostraken Krebse überhaupt gemäss der constanten Gliederung desselben in 18 Segmente in Anwendung kommen.

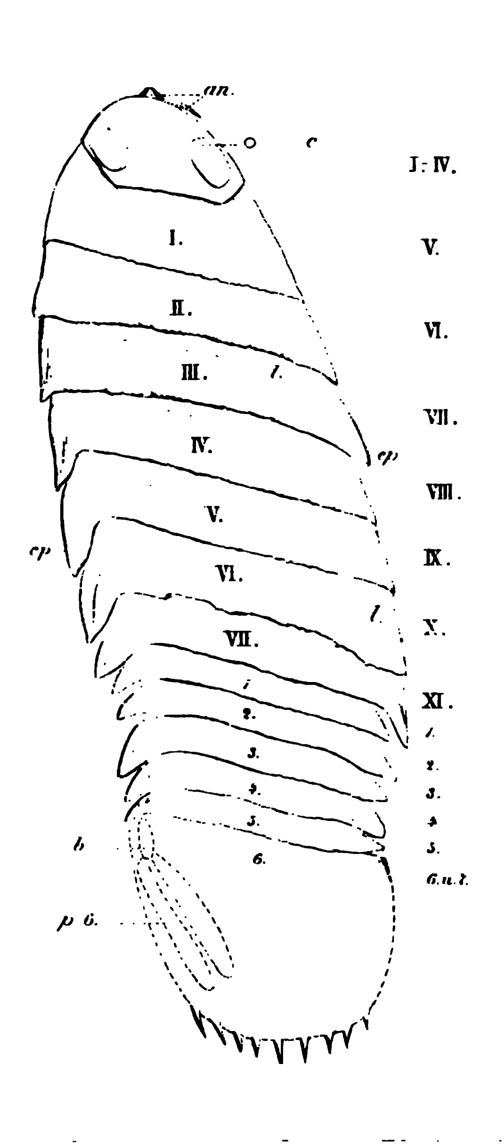
Das Originalexemplar von Taf. I und III befindet sich in der Sammlung des kgl. Oberbergamtes in München.

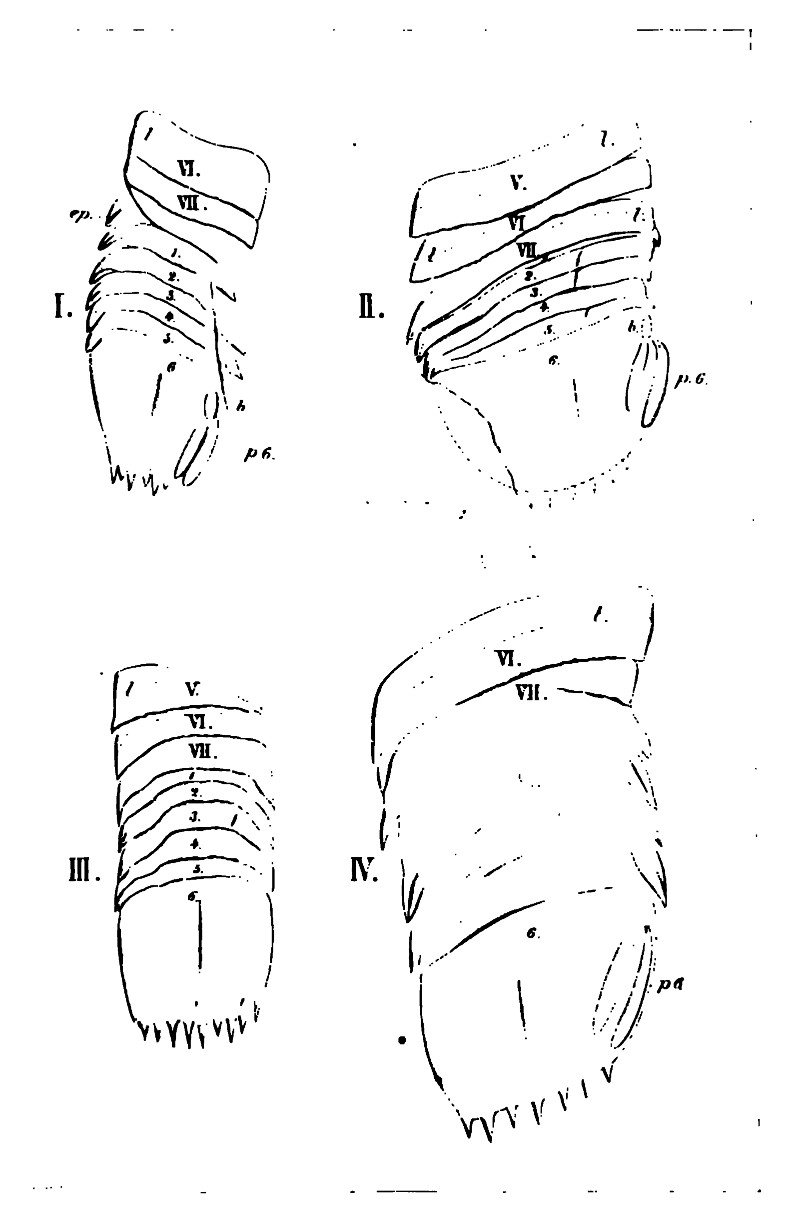





I.
II.
III.
IV.




an.
o
c
I.
II.
III.
IV.
V.
VI.
VII.
1.
2.
3.
4.
5.
6.
cp
b
p 6.
I-IV.
V.
VI.
VII.
VIII.
IX.
X.
XI.
6.u.7.


I.
II.
III.
IV.
VI.
VII.
V.
ep.
p6.
p. 6.
h

Herr Oberberg-Direktor Gümbel legt vor und bespricht die folgende von Herrn Prof. F. Pfaff in Erlangen zugesendete Abhandlung:

„Einiges über Kalksteine und Dolomite."

(Mit 2 lithogr. Tafeln.)

Sowohl über Kalksteine wie über Dolomite liegen aus den verschiedensten Zeiten und Ländern eine grosse Anzahl von Untersuchungen vor. Während es nun früher ausschliesslich die chemischen Verhältnisse waren, welche bei solchen Untersuchungen ins Auge gefasst wurden, sind es in der neueren Zeit hauptsächlich die kleinsten organischen Wesen, sowie auch die Structurverhältnisse gewesen, welche man mit Anwendung des Mikroskopes eingehender Forschung unterzog, indem man theils gewisse Formen, wie Kokkolithen, Foraminiferen durch die Kalke verschiedener Formationen verfolgte, theils genauer die verschiedenen Schichtensysteme ein und derselben Formation mit einander in dieser Hinsicht an einer Lokalität verglich.

Ist dadurch auch das Beobachtungsmaterial ein sehr umfangreiches geworden, hinreichend gross, um manche Fragen schon jetzt mit Sicherheit zu beantworten, so ist doch bei der ungemein weiten Verbreitung dieser Gesteine durch alle Formationen und Länder, bei der grossen Mannigfaltigkeit ihrer Ausbildung und der Art ihrer Entstehung noch vielleicht ebenso viel von ihnen noch unbekannt und einer näheren Untersuchung ebenso bedürftig als werth.

Um so mehr ist dieses noch dadurch eingetreten, dass Fragen, an die man früher bei diesen Gesteinen gar nicht dachte, neuerdings eine sehr grosse Wichtigkeit erlangt haben, wie z. B. die Frage nach dem Einflusse des Druckes auf die Structurverhältnisse, die Spalten- und Aderbildung in demselben, mechanische Metamorphose u. dgl. Von diesem Gesichtspunkte aus möchten auch die folgenden Untersuchungen über die genannten Gesteine, so wenig erschöpfend sie auch sind, immerhin einiges Interesse haben. Sie sollen zunächst nur einen Beitrag liefern zur allgemeinen Charakteristik des chemischen und mikroskopischen Verhaltens derselben zunächst im Hinblicke auf die Frage nach der Entstehung des Kalkes und Dolomites, ohne Rücksicht auf die feineren lokalen Verschiedenheiten, wie sie sich durch die Spectralanalyse ermitteln lassen, und auf Störungen, welche sie nach ihrer Ablagerung in ihren Structurverhältnissen erlitten haben.

Was nun zunächst die chemische Zusammensetzung der Kalksteine anbetrifft, so ist es hier eine Frage, welche sich zunächst aufdrängt, nehmlich die, ob irgend welche constante Verhältnisse in einer oder der andern Formation sich finden, welche die Kalke dieser von andern auszeichnen. Sehen wir die zahlreichen Analysen aus den verschiedensten Formationen im Hinblicke auf diese Frage an, so erkennen wir sofort, dass dieses nicht der Fall ist. Wenn wir die in höchst geringer Menge vorhandenen, zum Theil nur durch die Spectralanalyse nachweisbaren Bestandtheile wie Strontium, Lithium u. a. ausser Acht lassen und nur die drei in fast allen Kalken als wesentliche Gemengtheile auftretenden Bestandtheile betrachten, nemlich die in Salzsäure unlöslichen, das Kalcium- und Magnesiumcarbonat, so erkennen wir zwar sehr bedeutende Schwankungen derselben ihrem Mengenverhältnisse nach, aber kein bestimmtes Gesetz, weder wenn wir die verschiedenen For-

mationen mit einander vergleichen, noch auch, wenn wir die einzelnen Unterabtheilungen ein und derselben Formation ins Auge fassen, wie dies sehr deutlich aus der folgenden Zusammenstellung, Kalke aus allen Formationen enthaltend, hervorgeht. Ich bemerke zu derselben noch folgendes: da es mir zunächst nur darauf ankam, das Verhältniss jener 3 wesentlichsten Bestandtheile der Kalksteine übersichtlich darzustellen, so enthält die oberste Reihe zunächst in Procenten das Verhältniss der unlöslichen Bestandtheile zu den löslichen. Diese letzteren sind aber bis auf einen verschwindenden Bruchtheil aus den beiden genannten Karbonaten gebildet, von denen geringe Quantitäten durch die isomorphen Eisen- und Mangancarbonate zuweilen vertreten sind. Um nun das relative Verhältniss von Kalcium- und Magnesiumcarbonat für alle Kalksteine besser vergleichbar zu machen, ist ihre Summe überall zu 100 angenommen und es ergeben so die Zahlen der zweiten und dritten Reihe das Procentverhältniss beider zu einander so zu sagen mit demselben Maassstabe gemessen. Sämmtliche Angaben über die Kalke des Muschelkalkes sind nach Analysen meines verehrten Herrn Kollegen Hilger berechnet, welcher, mit einer höchst genauen chemischen Untersuchung dieser Formation beschäftigt, mit der grössten Zuvorkommenheit mir die Ergebnisse seiner Analysen zur Verfügung stellte. Die mit V bezeichnete ist von Herrn cand. Laible im Laboratorium des Herrn Professor Hilger ausgeführt worden, die sub XXI—XXIII bezeichneten von Herrn Dr. E. v. Raumer[1]), die übrigen von mir selbst. Sie vertheilen sich also:

Urkalke: 1) aus Maine, 2) vom Hymettus, 3) vom Pentelikon,
Silur.: 4) Norwegen Et. 3, 5) ditto Et. 2, 6) Böhmen, G, 7) Cinncinnati, Unter-Silur,

1) v. Raumer, Beitrag zur Kenntniss der fränkischen Liasgesteine. Dissertation.

Devon: 8) Trogenau, 9) Lehmar,
Dyas: 10) Ilmenau,
Kohle: 11) Tournay,
Trias: 12)—20) Gegend von Würzburg (vom Wellenkalk aufwärts bis zum Trigonoduskalk)[2],
Jura: 21)—23) Lias bei Erlangen, 24)—28) weisser Jura Streitberg, 29)—30) Württemberg, 31) Basel, 32) Mont Blanc,
Kreide: 33) Schreibekreide von Rügen, 34) von Traunstein,
Tertiär: 35) Numulitenkalk von Ragatz,
Tiefseeschlamm[3]): 36)

	I	II	III	IV	V
Unlöslich	15,14	0,30	0,13	8,33	10,36
CaC	100,00	98,32	96,67	97,77	98,52
MgC	Spuren	1,68	3,32	2,23	1,48
	VI	VII	VIII	IX	X
Unlöslich	8,12	28,83	1,52	39,39	2,11
CaC	97,63	98,37	81,77	94,69	85,13
MgC	2,37	1,63	18,23	5,31	14,87
	XI	XII	XIII	XIV	XV
Unlöslich	1,85	9,47	5,73	2,50	32,00
CaC	100,00	99,07	99,52	92,11	86,25
MgC	Spuren	0,93	0,48	7,89	13,75
	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX
Unlöslich	4,09	3,70	3,02	0,58	35,32
CaC	99,86	97,62	98,00	98,20	72,21
MgC	0,14	2,38	2,00	1,80	27,79

2) Nehmlich: Wellenkalk, Terebratelbank, Schaumkalk, Zellenkalk. Encrinitenkalk, Cycloidenbank, Trigonoduskalk, Ostrakodenschichten.
3) Nach Gümbel. N. Jahrb. f. Min. 1870. S. 762.

	XXI	XXII	XXIII	XXIV	XXV
Unlöslich	75,02	14,59	9,05	2,17	1,60
CaC	72,09	97,95	99,74	100,00	78,20
MgC	27,91	2,05	0,26	Spur	21,80

	XXVI	XXVII	XXVIII	XXIX	XXX
Unlöslich	2,13	1,27	2,99	3,39	5,06
CaC	80,65	70,01	98,11	99,27	100,00
MgC	19,35	29,99	1,39	0,73	Spuren

	XXXI	XXXII	XXXIII	XXXIV	XXXV
Unlöslich	0,25	3,52	0,63	24,60	2,00
CaC	100,00	100,00	100,00	90,04	98,86
MgC	Spuren	Spuren	Spuren	9,96	1,14

	XXXVI
Unlöslich	36,04
CaC	97,64
MgC	2,36

Aus einer auch nur flüchtigen Betrachtung dieser Analysen ergeben sich nun folgende Resultate:

Was zunächst die unlöslichen Bestandtheile betrifft, so zeigt sich sofort, dass deren Menge im Verhältnisse zu den löslichen eine ungemein schwankende, aber durchaus keine Gesetzmässigkeit darbietende ist. Wir finden unter den ältesten krystallinischen Kalken solche mit sehr hohem Gehalt an unlöslichen Bestandtheilen neben anderen mit einem sehr niedrigen (Nr. I und Nr. III), gerade so wie in jüngeren, z. B. der Kreide (Nr. XXXIII und XXXIV), ja selbst in ein und derselben Formation finden sich die maxima und minima von demselben Betrage, wie Nr. XIX und XX zeigt. Bei genauerer Untersuchung der verschiedenen Schichtensysteme einer und derselben Formation dürfte sich wohl fur alle dasselbe Resultat ergeben, das die detail-

lirteren Untersuchungen der Trias und des Jura von Württemberg und Bayern erkennen lässt, dass nehmlich in jeder fast ganz reine, nicht einmal 1 pC. unlösliche Bestandtheile enthaltende Kalksteine sich finden, ebenso aber auch solche, die kaum mehr diesen Namen verdienen und auf der einen Seite durch die sog. Mergel im Thon, auf der andern wiewohl seltener in Sandstein übergehen, wie Nr. XXI.

Eine einfache Erklärung findet diese Thatsache dadurch, dass wir die unlöslichen Bestandtheile in den allermeisten Fällen ganz oder jedenfalls fast ganz als mechanische, während der Ausscheidung der Karbonate aus dem gelösten Zustande sich zu Boden setzende Einschwemmungen ansehen müssen. Dass solche Einschwemmungen zu allen Zeiten der Menge nach gleichen Schwankungen unterworfen sein mussten, bedarf wohl keiner weiteren Auseinandersetzung. Aber auch hinsichtlich ihrer Beschaffenheit gilt, wie wir gleich näher nachweisen werden, dasselbe, nehmlich auch in Beziehung auf sie zeigt sich eine sehr merkwürdige Gleichartigkeit der Zusammensetzung und der Schwankungen in derselben durch alle Formationen hindurch. Es liegen allerdings bis jetzt noch nicht so viele genaue chemische Untersuchungen der unlöslichen Bestandtheile der Kalksteine vor, als der löslichen Theile derselben, nichts destoweniger reichen die vorhandenen schon hin, um die eben angeführte Thatsache erkennen zu lassen.

Ich theile zu diesem Behufe eine Reihe solcher Analysen aus Kalken aller Formationen mit[4]) und zwar:

Silur I Norwegen, Etage 1 nach Kjerulf, II Cinncinnati, III Böhmen,

Devon IV Schuppach, V Trogenau,

---

4) Nr. 4. 6. 12. 13 und 14 aus S. Pfaff Ueber die unlöslichen Bestandtheile der Kalke etc. Diss.

Carbon VI Belgien,
Dyas VII Ilmenau,
Trias VII—XI Würzburg (VIII Wellenkalk, IX Schaumkalk, X Zellenkalk, XI Cycloidenbank, XII Trigonoduskalk),
Jura XII Solenhofen, XIII Streitberg,
Kreide XIV Schreibekreide.

Zur Vergleichung folgt dann als XV—XVI und XVII nach Bischof[5]) eine Analyse der Schlammmassen von Rhein, Donau und Nil, und XIX die unlöslichen Bestandtheile des heutigen Tiefseeschlammes nach Gümbel[6]), die Bestandtheile des geglühten letzteren ebenfalls nach Procenten berechnet.

	I	II	III	IV	V
Si	87,00	59,25	74,20	67,46	75,60
Äl	6,51 (Äl + Fe)	24,42	9,68	27,33 (Äl + Fe)	14,16
Fe		4,05	6,54		5,27
Ca	1,66	10,95	2,99 (Ca + Mg)	3,84 (Ca + Mg)	1,70
Mg	Spur	Spur			
K	2,00	1,33 (K + Na)	6,59	1,37	3,27
Na	2,08				

	VI	VII	VIII	IX	X
Si	66,82	70,49	61,06	32,3	61,05
Äl	20,67	21,64 (Äl + Fe)	10,64	7,15	24,91
Fe	7,15		3,72	39,10	5,44
Ca	2,26 (Ca + Mg)	4,26 (Ca + Mg)	5,34	—	8,27 (Ca + Mg)
Mg			—	—	
K	3,10 (K + Na)	3,61 (K + Na)	9,03	13,03	0,00
Na			9,88	8,27	0,33

5) Bischof, Lehrb. der chem. und physikal. Geologie II. 1586 ff.
6) N. Jahrb. f. Min. 1870. S. 762.

	XI	XII	XIII	XIV	XV
Si	84,54	50,00	62,21	70,67	64,57
Al	3,01	5,95	20,69	16,86	20,31
Fe	1,40	2,38	11,16	7,74	10,28
Ca	3,01	1,19	—	} 1,65 (Ca + Mg)	—
Mg	—	—	2,15		1,87
K	6,03	14,28	} 3,79 (K + Na)	} 3,08 (K + Na)	} 2,97 (K + Na)
Na	2,01	26,20			

	XVI	XVII	XVIII	XIX
Si	77,31	80,28	63,17	67,21
Al	9,88	10,87	13,47	18,80
Fe	9,80	2,81	14,65	10,72
Ca	—	0,68	3,50	—
Mg	0,11	0,84	3,03	} 3,26 (Mg + K + Na)
K	} 2,87 (K + Na)	} 1,52 (K + Na)	1,40	
Na			0,78	

Der Glühverlust aller dieser Massen ist ein schwankender im Durchschnitt zwischen 5 und 10 sich bewegender, nur bei Kalken, welche durch organische Substanzen sehr stark gefärbt ja schwarz erscheinen, bei denen der unlösliche Rückstand manchmal wie Russ aussieht, ist er noch etwas höher, sehr selten geht er bis auf 2 % herab.

Betrachten wir diese Analysen etwas näher, so sehen wir, dass in den allermeisten Fällen dieselben am einfachsten dahin gedeutet werden, dass die Hauptmasse der unlöslichen Rückstände ein wasserhaltiges Aluminium-Eisen-Silicat sei, wie wir es in unseren verschiedenen Arten von Thon ähnlich abgelagert finden. Da wir aber in ihnen mechanisch eingeführte, durch Zertrümmerung und Zersetzung älterer Gesteine entstandene Massen vor uns haben, so ist es ja sehr wohl erklärlich, dass neben diesen auch noch die verschiedensten anderen Mineralsubstanzen beigemengt sind.

ebenfalls theilweise zersetzt, theilweise aber auch noch frisch. Von ganz besonderem Interesse sind hier wieder die Untersuchungen von Herrn Professor Hilger, von denen ich einige unter VIII—XI oben mittheilte, indem sie uns zeigen, dass selbst innerhalb einer verhältnissmässig so wenig mächtigen und so ruhig sich absetzenden Schichtenreihe, wie die des Würzburger Wellen- und Muschelkalkes, deren Mächtigkeit nach Sandberger nur 140 Meter beträgt, ebenso grosse Schwankungen in der Zusammensetzung der unlöslichen Massen vorkommen, wie wir sie nicht einmal finden, wenn wir die dem Alter nach einander am fernsten stehenden Ablagerungen, wie den jetzigen Tiefseeschlamm und die Rückstände der Silurkalke mit einander vergleichen. Suchen wir z. B. die Maximal- und Minimalwerthe für Kieselsäure, Thonerde, Eisenoxyd und Alkalien, so finden wir für diese alle das Maximum (Nr. X, IX, VIII, VIII), (nur in I ist der $\ddot{\mathrm{Si}}$-Gehalt ein noch grösserer unter den vorliegenden Analysen) aber ebenso auch die Minimalwerthe (Nr. VIII, XI, XI, IX) in der Triasformation.

Würden wir auch für andere Formationen so genaue systematisch durchgeführte Analysen haben, wie durch Hilger's Bemühungen für die fränkische Trias, so würden wir wohl auch für andere ähnliche Schwankungen nachweisen können und es möchte wohl Niemand daran Anstoss nehmen, wenn man schon jetzt behauptet, die mechanisch eingeführten und mit den Kalksteinen sich absetzenden unlöslichen Rückstände derselben waren zu allen Zeiten die gleichen und den gleichen Schwankungen in ihrer chemischen Zusammensetzung unterworfen und grossentheils gleich den schwebenden Bestandtheilen unserer Flüsse und dem unlöslichen Theile des Tiefseeschlammes.

Die mitgetheilten Analysen der unlöslichen Bestandtheile als Bauschanalysen gemischter Massen geben uns selbstverständlich keinen hinreichenden Aufschluss über die

Frage, welche Mineralien zu der Bildung derselben beitragen, jedenfalls müssen wir zunächst auch mit dem Mikroskope dieselben untersuchen, um allenfalls das Vorhandensein bestimmter Mineralien mit ihren wesentlichen Eigenschaften zu ermitteln. Ehe wir aber die Resultate solcher Untersuchungen besprechen, wird es gut sein, vorher noch einige kurze Bemerkungen über die beiden wesentlichsten Bestandtheile der Kalksteine, das Kalcium- und Magnesiumcarbonat und ihr gegenseitiges Verhältniss zu einander zu machen.

Wie bekannt halten sich im Allgemeinen Kalksteine und Dolomite ziemlich wohl von einander in der Art gesondert, dass ganze Schichtensysteme aus ziemlich reinem Kalk, andere dagegen, ebenso ziemlich reinem Dolomit bestehen, und nur in der Juraformation findet man an einzelnen Orten sehr schroffe Uebergänge von Kalksteinen in Dolomite, und ebenso auch alle Zwischenstufen in den Verhältnisszahlen vom Kalcium- zum Magnesiumcarbonat zwischen dem reinen Kalk und dem reinen Dolomit. Aber auch in dieser Beziehung zeigt sich durchaus keine Gesetzmässigkeit, wenn wir die verschiedenen Formationen mit einander vergleichen, ebensowenig aber auch, wenn wir die auf einanderfolgenden Schichtensysteme oder Unterabtheilungen ein und derselben Formation mit einander vergleichen. Ein regelloses Zu- und Abnehmen des Magnesiumcarbonates findet sich hier wie dort, wie dies ein Blick auf die vorstehenden Analysen, namentlich auf die XI—XX sehr deutlich erkennen lässt.

Ich kann selbst noch hinzufügen, dass nicht einmal in ein und derselben Schichte dieses Verhältniss ein constantes bleibt, wenigstens für den fränkischen Jura konnte ich das constatiren. Weil dieses Verhältniss besonders bei der Frage nach der Dolomitbildung von Wichtigkeit ist, schien es mir wünschenswerth, darüber einige Untersuchungen anzustellen, wie weit ganz gleichzeitig abgesetzte Kalke an wenig von

einander entfernten Stellen in ihrer Zusammensetzung sich gleich verhielten. Um sicher zu sein, dass man in der That ganz entschieden zu derselben Zeit abgesetzte Massen vor sich habe, muss man ein und dieselbe Schichte und von dieser auch ein und dieselbe Stelle wählen, das heisst von einer Stelle die Probe wählen, von welcher man überzeugt sein kann, dass sie vollständig ihrer Lage in der Schichte nach der anderen entspricht. Offenbar kann man das sicher erreichen, wenn man eine Schichte in einem Steinbruche in horizontaler Richtung verfolgt und dann entweder von der untersten oder der obersten Lage, also von da wo sie anfängt oder aufhört, Stücke losschlägt. In unserem fränkischen Jura hat man an den zahlreichen Steinbrüchen dazu sehr gute Gelegenheit, und ich habe von 3 verschiedenen Stellen des Westrandes desselben Proben in der angegebenen Weise abgeschlagen, die 20—30 Meter von einander entfernt derselben Schichtenstelle entnommen waren und wie ich noch bemerken will, weit entfernt von der Dolomitregion. In zweien Fällen zeigte sich nun ein nicht unerheblicher Unterschied im Verhältnisse vom Kalcium- zum Magnesiumcarbonat, in dem einen Falle war es bei der einen Probe in 100 Theilen 95,08 : 4,92, bei der anderen gleichgelegenen wie 99,33 : 0,67. Es war mir bisher nicht möglich auch für andere Formationen ähnliche Untersuchungen anzustellen, da man ohne diesen ganz speziellen Zweck dabei im Auge zu haben, schwerlich so genau den Abstammungsort von Gesteinsproben anzugeben im Stande ist, und es mir, seitdem ich darauf mein Augenmerk richtete, noch nicht möglich war, selbst andere Formationen aufzusuchen. Immerhin möchte es sich der Mühe lohnen, auch in anderen zu constatiren, ob ein solcher Wechsel in der Zusammensetzung einer und derselben Schichte vorkommt, oder nicht.

Ich gehe nun an die Beschreibung des mikroskopischen

Verhaltens der Kalksteine und Dolomite, auch hier nur die wichtigsten allgemeinen Verhältnisse berücksichtigend, d. h. diejenigen, welche in allen Formationen wiederkehren, ohne auf die in vielen Fällen nachträglich eingetretenen Veränderungen und auf specielle Eigenthümlichkeiten näher einzugehen, wenn auch hie und da letztere gelegentlich erwähnt werden sollen. Ebenso liegt es ausserhalb meines Planes näher auf die in manchen Kalken massenhaft auftretenden kleinsten Organismen einzugehen, oder die Verhältnisse der verschiedenen in einer Formation auftretenden Kalke in ihrer Aufeinanderfolge eingehend zu schildern, so interessant es auch in manchen Fällen wäre, durch die verschiedenen Abtheilungen einer Formation hindurch den auch in diesen Verhältnissen sich zeigenden Wechsel zu verfolgen.

Es dürfte nicht ganz überflüssig sein, einiges über die Herstellung der zu diesen Untersuchungen verwendeten Kalk- und Dolomit-Präparate zu bemerken, von denen ich nach und nach aus allen Formationen und den verschiedensten Lokalitäten gegen 700 anfertigte, und halte ich mich für verpflichtet allen den Herren, welche mich auf mein Ersuchen in so zuvorkommender Weise mit Material dazu versahen, hier meinen herzlichen Dank nochmals auszusprechen, nehmlich den Herren Gümbel und Zittel, Sandberger, O. Fraas, P. Merian, Th. Stutz, Kjerulf und v. Grewingk. Wer auch nur einige Präparate von verschiedenen Kalksteinen angefertigt hat, weiss auch, wie schwierig es ist, in manchen Fällen dieselben hinlänglich durchsichtig zu schleifen; bei einiger Geduld und Uebung gelingt es aber schliesslich doch bei allen, selbst die gewöhnliche Schreibekreide kann in ziemlicher Ausdehnung vollkommen durchsichtig hergestellt werden. Bei Anfertigung einer grösseren Anzahl von Präparaten überzeugt man sich bald, dass Kalke und Dolomite um so schwieriger durchsichtig werden, je feinkörniger sie sind. Sie verhalten sich, wenn sie höchst feinkörnig sind,

ähnlich wie Pulver von einem durchsichtigen Körper, das ja auch wie z. B. gepulverter Bergkrystall oder zerriebenes Glas in ziemlich dünnen Schichten undurchsichtig wird.

Die Präparate wurden von fast allen Kalken, sowohl parallel der Schichtung als senkrecht zu derselben hergestellt, um zu sehen, ob nach diesen beiden Richtungen sich Verschiedenheiten in dem mikroskopischen Verhalten zu erkennen gäben. Das letzte Feinschleifen geschah immer in der Art, dass mit einem sehr weichen guten Korke und dem feinsten Schmirgel das aufgekittete Präparat bearbeitet wurde, was zwar ziemlich viel Zeit erfordert, aber bis zur grösstmöglichen Dünne dasselbe herzustellen gestattet. Als eine unerlässliche Bedingung für das Gelingen desselben kann ich das bezeichnen, dass das Präparat rings herum an seinen Rändern von Kanadabalsam umschlossen ist. Hat sich auch nur ein wenig am Rande losgebröckelt, so kann ein auch nur ein paar Mal noch wiederholtes Hin- und Herfahren auf dem Präparate mit dem Korke dasselbe völlig zerstören.

Das fertig geschliffene Präparat wurde nun etwa $^3/_4$ seiner Ausdehnung nach mit Kanadabalsam bedeckt und dann in verdünnte Salzsäure, gelegt. Dadurch ist es möglich die in dieser Säure unlöslichen Bestandtheile hinsichtlich ihrer Vertheilung und Natur besser zu untersuchen, jedenfalls besser als wenn noch das Kalcium- und Magnesiumcarbonat vorhanden ist. Bei Dolomiten und dolomitischen Kalken wurden andere Präparate in dem freigelassenen Theile ausschliesslich mit Essigsäure behandelt. Ausserdem wurden auch noch Stücke der Gesteine ungepulvert in Salzsäure gelöst und der Rückstand mikroskopisch untersucht, um auf diese Weise die Natur desselben in den Gesteinen richtiger ermitteln zu können.

Nach diesen Bemerkungen über das Beobachtungsmaterial wende ich mich nun zu einer kurzen Schilderung des mikro-

skopischen Verhaltens der Kalksteine; Dolomite und dolomitische Gesteine sollen später noch besprochen werden.

Sehen wir zunächst von den eingeschlossenen unlöslichen Massen ganz ab, so überzeugt man sich sehr bald, dass ausnahmslos alle Kalksteine nur aus krystallinischem Kalciumcarbonat bestehen, dass also eigentlich alle Kalksteine körnige Kalksteine sind, dass aber allerdings ein sehr grosser Unterschied hinsichtlich der Grösse der Körner obwaltet. In der Regel sind dieselben in einem und demselben Gesteine von ziemlich gleicher Grösse, selten kommen unter den reinen Kalksteinen bedeutende Grössenunterschiede vor, während bei den dolomitischen Kalken das sehr häufig beobachtet wird. Diese gleiche Grösse schwankt aber in den verschiedenen Kalksteinen ausserordentlich, viel mehr als man bei dem Betrachten derselben mit dem blossen Auge, wobei sie ganz gleichmässig und gleich kryptokrystallinisch erscheinen, vermuthen sollte. Ich habe eine sehr grosse Zahl von Messungen der Körnergrösse vorgenommen und gefunden, dass in den reinen Kalken die Grösse derselben zwischen 0,002 und 0,08 mm schwankt; innerhalb eines und desselben Gesteins sind die Grenzen zwischen maximum und minimum jedoch viel näher gerückt, im Durchschnitte etwa so, dass die grössten Körner die vierfache Grösse der kleinsten erreichen. Die 4 ersten Figuren (Taf. I) zeigen diese Verschiedenheit sehr klar auf einen Blick und bemerke ich dazu, dass dieselben, wie auch die folgenden Figuren auf Taf. I alle genau in $\frac{1}{200}$ der natürlichen Grösse gezeichnet sind, mit Ausnahme von Fig. I[7]) B, die 1000fach vergrössert einen Theil von A zeigt. Die geringste Grösse der Körner

7) Zur Untersuchung wurde zur ersten Orientirung eine Vergrösserung von 200, dann stets von 600 angewandt; bei den feinkörnigen nach Umständen selbst noch ein Immersionssystem mit 1000- und 1300-facher Vergrösserung.

findet sich in einigen jurassischen Kalken, z. B. von Basel, Pruntrut, Geisslingen, der schreibenden Kreide, wo sie zwischen 0,0015 und 0,006 schwankt. Schon viel häufiger ist die Grösse von 0,006--0,02, wie sie Fig. 2 (Solenhofer Kalk) darstellt. Solche findet man in allen Formationen, z. B. in Kalken aus dem Silur Norwegens (Etage 4 und 8 Kjerulfs), wie Böhmens und Nordamerikas (Cinncinnati) aus der Trias wie aus dem Jura. Fig. 3 nach einem Präparate eines Kalkes mit Cerat. bipart. aus dem Muschelkalke gibt ein Bild der Kalke mit Körnergrösse von 0,024—0,045. Nr. 4 stellt einen böhmischen Graptolithenkalk dar mit 0,045—0,06 Körnergrösse. Noch etwas grösser bis 0,08 mm sind die Körner eines anderen böhmischen Silurkalkes von Karluv Tyn (Etage Ee). Steigt die Körnergrösse über 0,1, so erscheinen dieselben schon dem blossen Auge und so finden sich ganz allmähliche Uebergänge von den feinsten Kalken bis zu den Marmoren mit Körnergrössen von 1—5 mm.

Bei allen diesen gleichmässig körnigen Kalken beobachtet man noch ein weiteres gleiches Verhalten, nehmlich das, dass die Körner in der Regel nach keiner Richtung hin vorwiegend ausgedehnt sind und kaum je auch nur auf eine kurze Strecke eine geradlinige Begrenzung zeigen, sondern oft auffallend wellige Umrisse erkennen lassen. Ein zweites, was man bemerkt, ist das Fehlen von Zwillingsstreifung auch in den grössten Körnern. Obwohl ich meine Aufmerksamkeit darauf richtete, habe ich doch bei diesen gleichmässig ausgebildeten Kalksteinen nichts davon wahrnehmen können. Dass aber die einzelnen Körner als Krystallindividuen aufzufassen sind, geht aus ihrem Verhalten im polarisirten Lichte hervor, indem man beim Drehen des Präparates deutlich das gleiche optische Verhalten, höchstens durch ein unterliegendes anders orientirtes Korn an einem Theile modificirt erkennen kann. Eine bestimmte Lagerung der Körner oder eine bestimmte gesetzmässige Orientirung

ihrer Schwingungsrichtungen ist durchaus nicht zu bemerken, sie liegen ganz regellos durch einander, so dass beim Drehen des Präparates jeden Augenblick eine andere Stelle dunkel oder hell wird. Selten und meist nur an den Rändern sieht man lebhaftere Interferenzfarben, was ja bei der ungemein starken Doppelbrechung des Kalkspaths und dem regellosen Lagern der Körnchen sehr begreiflich ist. Die Farbe der Kalksteine ist meist durch beigemengte andere Mineralsubstanzen, Schwefelkies, Eisenoxydhydrat, Kohle und die unlöslichen Bestandtheile erzeugt, doch finden sich auch zuweilen gleichmässig schwach bräunlich oder gräulich gefärbte Körner, deren Färbung wohl organischen Ursprungs sein dürfte.

Bemerkenswerth ist auch die Thatsache, dass die Structurverhältnisse bei den feinsten Kalksteinen ebenso wie die bei den grobkörnigen Marmorarten sind und nichts von einer Schichtung oder auch nur einer Parallelstructur erkennen lassen. Es sind mir unter allen den zahlreichen Präparaten nur zwei Kalke vorgekommen, bei denen etwas von der letzteren bemerklich ist. Fig. 5 stellt diesen einen Kalk dar, es ist ein der Juraformation angehöriger vom Fläscher Berge bei Ragatz stammender Kalk, das Präparat gibt die Anordnung der Kalkkörner in einem Schliffe senkrecht zur Schichtung, während parallel der Schichtfläche der Kalk ähnlich Fig. 3 erscheint; der andere ist der sog. Lochseitenkalk. Wie schon erwähnt wurde, zeigt die Mehrzahl der Kalke eine ganz gleichmässige Structur und keinen grossen Wechsel in der Grösse der Körner, doch finden sich auch in allen Formationen solche, bei denen stellenweise sehr grosse Krystallkörner neben kleinen liegen. Solche Kalke lassen übrigens meistens schon auch mit dem blossen Auge eine Ungleichmässigkeit ihrer Masse erkennen. Fig. 8 stellt einen solchen Kalk dar (das Präparat stammt von einem norwegischen Silurkalke Etage 7—8 nach Kjerulf von Helgöl,

aber genau dieselben Verschiedenheiten kann man auch bei triassischen und Jurakalken beobachten, dieser Kalk ist noch ausgezeichnet durch eine sehr grosse Menge eingestreuter dunkler feinkörniger Kugeln, die mit Säure behandelt meist ein deutliches Quarzkorn zurücklassen, um die sich Kalk und Kohle oder organische Substanz angesetzt hat. An diesem Kalke sieht man auch nicht so gar selten an den grossen Körnern, die auch stellenweise geradlinige Grenzen haben, Zwillingsstreifen, die öfters nicht durch den ganzen Krystall hindurchgehen, sondern wie bei a und b mitten in ihm sich verlieren. Auch sieht man hie und da, wie bei c, eine zweite Zwillingsrichtung; namentlich in den eigentlichen Marmorarten sind dieselben sehr häufig, ja manchmal in allen Körnern wahrnehmbar. Bekanntlich hat v. Inostranzeff auf das Vorkommen oder Fehlen dieser Zwillingsstreifung ein grosses Gewicht gelegt, insoferne, als man daraus Schlüsse auf die mehr dolomitische Natur eines körnigen Kalkes ziehen könne, wenn dieselben einer grösseren Anzahl von Körnern fehlen, da nach ihm die reinen Kalkspathkörner immer Zwillingsstreifung zeigten, die Dolomitkörner aber nicht. Ich werde auf diese Angabe später zurückkommen, wenn ich zuerst die mikroskopischen Beschaffenheit der Dolomite besprochen haben werde und will hier nur noch einiges über diese Zwillingsstreifung und die Marmore beifügen. In den von mir untersuchten Marmoren (sog. Urkalken, aus Maine, Fichtelgebirg, vom Pentelikon, Hymettus, Paros, Carrara) war ausnahmslos eine sehr schön entwickelte Zwillingsstreifung vorhanden, wenn auch in dem einen mehr als in dem andern. In allen zeigte sich auch bald mehr bald weniger deutlich entwickelt eine nach 2, seltener nach 3 Richtungen ausgebildete Zwillingsstreifung. Besonders schön und in keinem einzigen Korne fehlend, erscheint sie in einem Urkalk aus der Gegend von Wunsiedel (Taf. II Fig. 2) und dabei zeigte sich ein bei gewissen Vor-

kommnissen constant wiederkehrendes Verhältniss, nehmlich das, dass das eine System von Streifen als breite Bänder erscheint, das andere als ganz feine Linien. Beide Arten von Lamellen zeigen aber deutlich, dass sie selbst nochmals aus mehreren parallelen Lagen zusammengesetzt sind, und eine häufige Unterbrechung, die breiteren Bänder erscheinen selbst wie durchlöchert. Unmittelbar neben einander liegen aber oft Körner, von denen eines die beiden Systeme in schönster Entwicklung zeigt, das andere kaum eine Andeutung eines zweiten aufzuweisen hat. Meist ganz geradlinig verlaufend findet man doch auch nicht selten etwas wellenförmige Krümmung derselben ihrem ganzen Verlaufe nach.

In anderen Fällen sind sie wieder viel spärlicher entwickelt, z. B. in dem Marmor des Pentelikon (Fig. I Taf. II)[8]), hier findet man ziemlich viele Körner, in denen keine Zwillingslamellen zu beobachten sind, daneben andere mit zwei Systemen, oder auch nur einem, aber nur einzelne oft nicht einmal das ganze Korn durchsetzende Bänder, die ebenfalls wie zerfetzt und ausgefressen an den Rändern erscheinen. Es scheinen jedoch diese Verhältnisse in einem und demselben Gesteine etwas zu schwanken, so dass verschiedene Präparate von einem solchen auch ein etwas verschiedenes Verhalten zeigen.

Ich komme nun zu dem Verhalten der Dolomite unter dem Mikroskope. Wie bekannt zeichnet die Dolomite vor den Kalken das aus, dass sie viel häufiger eine deutliche, schon mit blossem Auge wahrnehmbare krystallinische Ausbildung erkennen lassen, als die Kalksteine. Selbst da, wo sie unmittelbar neben einander in derselben Formation auftraten, wie in der Juraformation, sind die Dolomite deutlich

---

8) In Fig. 1 und 2 ist die Figur gezeichnet, wie bei gekreuzten Nicols das Präparat sich zeigt.

krystallinisch, die Kalke nicht. Es finden sich aber ebenso grosse Massen von Dolomiten, welche scheinbar ebenso unkrystallinisch und dicht erscheinen wie die Kalksteine, namentlich die triassischen Dolomite der Alpen sind mit dem blossen Auge oft nicht von Kalksteinen zu unterscheiden. Ebenso kann auch das Auge bei den meisten gröber krystallinischen Massen Marmor und Dolomit nicht von einander sondern.

Betrachten wir nun die scheinbar unkrystallinischen Dolomite unter dem Mikroskope, so werden wir auch hier keinen Unterschied von den Kalken gewahr, sie verhalten sich genau wie die Kalksteine, sowohl was die Form, als was die Grösse der Körner anbelangt. Dolomite aus den Alpen (z. B. der Hauptdolomit von Farchand) haben so ausserordentlich feine Körner, wie sie nur irgend ein Kalk aufweist, von nur 0,002—0,006 mm und von grosser Gleichmässigkeit; ebenso steigt allmählich die Grösse in den verschiedenen Gesteinen, wie beim Kalk; unter den Röthidolomiten finden sich z. B. solche, welche genau die Feinheit des Solenhofer Kalkes besitzen, eine Körnergrösse von 0,006 —0,005 mm. Auch die Umrisse der Körner sind genau dieselben, so dass Fig. 2 Taf. I ebenso genau die Verhältnisse des Solenhofer Kalkes wie eines Röthi aus dem Erstfelder Thale oder eines Hauptdolomits vom Gilt-Nota vom Garda-See wiedergibt.

Gerade so wie bei den Kalksteinen kommen auch bei den Dolomiten solche vor, die grosse und kleine Körner neben einander besitzen, so dass auch in dieser Beziehung kein Unterschied ist. So stellt Fig. 6 Taf. I einen Dolomit vom Herzogenstand dar, der denselben Typus wie der Silurkalk Nr. 8 derselben Tafel erkennen lässt. Auch wie bei den Kalken kommen dann sehr feinkörnigen Marmorarten entsprechende vor, z. B. der Mendeladolomit (Fig. 7 Taf. I), denen sich dann die den grobkörnigeren Marmoren ähnlichen,

wie die Dolomite von Campo longo und vom Binnenthal anschliessen. An diesen grobkörnigen Varietäten macht sich nun allerdings ein auffallender Unterschied gegenüber den grobkörnigen Kalken bemerkbar, nehmlich der, dass die Kalksteine, wenn die Grösse der Körner über $^1/_2$ mm steigt, fast alle Zwillingsstreifung zeigen, jedenfalls in den meisten Körnern, die Dolomite gar nicht, oder so selten, dass man vielleicht kaum auf je 100 Körner eines findet, welches Zwillingsstreifung oder Zwillingslamellen erkennen lässt. So sind z. B. die Dolomite vom Binnenthal und Campo longo sehr arm daran und man darf oft länger suchen, bis man ein Korn mit derselben findet.

Wir haben schon oben S. 567 der Annahme von Inostranzeff Erwähnung gethan, nach welcher in den Dolomiten und dolomitischen Kalken das Vorhandensein von zahlreicheren Körnern mit Zwillingsstreifung auf eine grössere Menge von Kalkspath in diesen Gesteinen schliessen lasse, indem nach ihm reiner Dolomit stets ohne Zwillingsstreifung, reiner Kalk stets mit Zwillingsstreifung auftrete. Dolomitische körnige Kalke seien daher auch immer ein Gemenge von reinen Kalkspath- und reinen Dolomitkörnern.

Man hat auf diese Beobachtungen v. Inostranzeff hin, die er an russischen körnigen Kalksteinen anstellte, dieses Auftreten und Fehlen von Zwillingsstreifen als charakteristisches Merkmal zur Unterscheidung von Kalkspath und Dolomitspath in dolomitischen Gesteinen überhaupt angenommen. Nach den vorliegenden Untersuchungen mögen sich die v. Inostranzeff untersuchten Gesteine so verhalten, aber nach meinen Untersuchungen würde man häufig sehr falsch schliessen, wenn man darnach die chemische Natur eines Gesteines nach der Zwillingsstreifung bestimmen wollte. Vor Allem möchte ich daran erinnern, dass überhaupt die Zwillingsstreifung erst bei einer ziemlich beträchtlichen Körnergrösse auftritt. Die Grenze der Grösse, über welcher

sie sich zeigt, und unter welcher sie fehlt, möchte ich noch nicht bestimmen, aber immerhin kann ich doch sagen, dass bei dolomitischen Kalksteinen, wie wir sie ja in unserem Jura von allen möglichen Verhältnissen zwischen reinem Kalke und Dolomite haben, mir noch keine Zwillingsstreifung vorgekommen ist, obwohl von den aderförmigen grobkörnigeren Parthien abgesehen, Körner bis zu 0,25 mm sich in denselben finden.

Auch scheint in den ganz grobkörnigen Massen doch das Verhältniss der gestreiften zu den ungestreiften Körnern nicht immer im Verhältniss zu dem Kalcium- und Magnesiumgehalt zu stehen, und führe ich zum Belege dafür nur den Marmor vom Pentelikon an, der nur 3 pC. Magnesiumcarbonat und (Fig. 1 Taf. II) doch ziemlich viel Körner ohne Zwillingsstreifung enthält, während auf der anderen Seite der körnige Kalk von Wunsiedel mit 16⁰/₀ Magnesiumcarbonat in allen Körnern ausgezeichnet die Zwillingsstreifung erkennen lässt.

Es möchte daher nach den bis jetzt vorliegenden Untersuchungen mit Sicherheit aus der Zwillingsstreifung, wo man sie beobachtet, nicht mehr zu erschliessen sein, als dass ein grobkörniges Gestein, welches sie enthält, Kalkspathkörner besitze und ein desgleichen grobkörniges, welches gar keine Zwillingsstreifung aufweist, Dolomit sei; bei feinkörnigen Gesteinen dagegen dürfte kaum ein Schluss auf die chemische Zusammensetzung desselben darnach zu ziehen sein. Ob nun das einzelne Korn schon die Zusammensetzung des ganzen Gesteines besitze, das ist eine Frage, die aus den vorliegenden Beobachtungen sich schwerlich wird entscheiden lassen. Auch wenn man die Schlüsse v. Inostranzeff's verwirft, dass die dolomitischen Kalksteine aus Körnern von reinem Kalciumcarbonat und reinem Dolomit bestehen, braucht man deswegen noch nicht alle Körner gleichmässig chemisch zusammengesetzt anzunehmen. Das eine kann so,

das andere so zusammengesetzt sein, eines mehr, das andere weniger dem Normaldolomit sich nähern. Ja ich wüsste nichts, was die Annahme verböte, dass selbst in ein und demselben Korne stellenweise bald mehr bald weniger Magnesium das Kalcium vertritt. Leider besitzen wir eben kein Mittel, aus einem Gemenge von Kalk und Dolomit den letzteren auszuziehen. Ich habe auch diesen Winter wieder Versuche über das Verhalten von Essigsäure zu Kalk, Dolomit und Magnesit angestellt, indem ich theils Stückchen derselben, theils Pulver bei einer Temperatur unter Null mit Essigsäure behandelte. Die gewonnenen Resultate stehen ganz im Einklang mit den auch von Haushofer gefundenen. Auch ganz reiner krystallinischer Magnesit wird merklich von Essigsäure in der Kälte bei längerer Einwirkung aufgelöst, ebenso krystallisirter Dolomit, allerdings viel langsamer als reiner Kalkspath, aber eine Trennung des Dolomits von letzterem ist durch Essigsäure nicht möglich. Bei solchen Versuchen mit Dolomit ergab sich an Dünnschliffen, die aufgeklebt und zur Hälfte mit Kanadabalsam überdeckt in verdünnter Essigsäure kurz gelegen hatten, folgendes interessante Verhalten: Die in grosser Menge in dem Gestein (von Rabenstein) gelegenen wohl ausgebildeten Rhomboëder zeigten nehmlich nach kurzem Liegen in der Essigsäure ganz merkwürdige Zerstörungen, von denen Taf. II Fig. 4 einige darstellt. Die Rhomboëder zeigten sich nemlich wie ausgefressen, bald in der Mitte, bald von einer Seite, bald mehr regelmässig in ihren Resten und bei stärkerer Vergrösserung zeigte sich auch der (schattirte) Rest wieder vielfach mit sehr vielen feinen Lücken. Diese ungleiche und unregelmässige Widerstandskraft gegen das Lösungsmittel scheint wohl auch für eine Ungleichheit in der Zusammensetzung der kleinen Rhomboëder in ihren verschiedenen Theilen zu sprechen.

Es erübrigt nur noch, einige Worte über die in Salz-

säure unlöslichen Bestandtheile der Kalke und Dolomite beizufügen.

Mit dem blossen Auge betrachtet stellen dieselben meist eine graue, oder rostfarbige lehmartige Masse dar, in der man nicht sehr selten feine Glimmerblättchen, oder ein dem Glimmer ähnliches Mineral erkennen kann. Von manchen erscheint dieselbe auch vollkommen schwarz wie Russ oder auch braun, wie Kaffeesatz. Unter dem Mikroskop kann man nun deutlich Glimmer, auch Talk zuweilen erkennen, ebenso Quarzkörner bis zu einer Grösse von 0,3 mm. Die letzteren kann man sehr oft schon in dem fein geschliffenen Kalkpräparate mit blossem Auge erkennen, wenn man das geschliffene und noch nicht aufgekittete Präparat sehr schief gegen das Licht, besonders Lampenlicht, hält, die Quarzsplitterchen, die glänzend und wie polirt erscheinen, funkeln wie Nadelspitzen auf dem mehr matten Kalke. Sie sind meistens unregelmässig contourirt, eckig, häufig auch länglich splittrig. Merkwürdiger Weise habe ich in einem Kalke, dem sog. Schaumkalke aus der Würzburger Trias, eine sehr grosse Menge ringsum ausgebildeter Quarzkryställchen beobachtet, die sich in jedem Stück dieses Kalkes, das ich untersuchte, finden und wohl die kleinsten Quarzkryställchen sein dürften, welche bis jetzt beobachtet wurden, indem sie sehr oft nur eine Breite von 0,003 und eine Länge von 0,01 mm besitzen. Obwohl ich, nachdem ich sie hier gefunden, eine ganze Reihe anderer triassischer Kalke untersuchte, konnte ich sie doch in keinem wieder finden, ebensowenig in irgend einem anderen. Ich gestehe, dass mich das massenhafte Auftreten dieser Kryställchen in dem in Salzsäure unlöslichen Rückstande so frappirte, dass ich die Vermuthung hegte, sie hätten sich erst neu gebildet, da ich das ungepulverte Stück Kalk längere Zeit mit der Säure hatte stehen lassen; ich überzeugte mich jedoch bald, dass dies nicht der Fall sein könne, und dass es auch nicht ein anderes

Mineral, das dem Quarze ähnlich sei, wäre, indem mit kochender Salpetersalzsäure behandeltes gröbliches Pulver und selbst nachdem der dann gebliebene Rückstand noch mit Schwefelsäure gekocht wurde, sich ebenso zeigte, wie wenn man das Gestein nur mit Essigsäure behandelt, auch das optische Verhalten entspricht dem des Quarzes. Die genannten Mineralien sind die einzigen, die mit Sicherheit in den unlöslichen Bestandtheilen der Kalksteine sich vorfanden. Trotz eifrigen Suchens darnach konnte ich die Anwesenheit von Feldspathfragmenten nicht constatiren. Bei der Untersuchung im polarisirten Lichte und gekreuzten Nicols überzeugt man sich, dass ein grosser Theil der meistens sehr feinkörnigen Masse nicht polarisirend wirkt, wenn auch eine grosse Zahl feiner polarisirender Splitterchen und Körnchen stets vorhanden ist. Das spricht dafür, dass ein grosser Theil dieser unlöslichen Masse nicht einem bestimmten Mineral angehöre, sondern ein Gemenge zersetzter nicht mehr polarisirender Mineralreste oder amorpher Neubildungen, die aus der Zersetzung hervorgingen, darstelle. Nur in einem einzigen Falle, in dem unlöslichen Rückstande von dem Kalke aus der Hauptbank des Encrin. liliiformis zeigte sich eine etwas grössere Zahl von länglichen Splittern, an zwei Seiten parallel begränzt, darunter ein grösserer mit abwechselnden farbigen Streifen, die Auslöschungsrichtung aber parallel diesen Streifen.

Sehr häufig sieht man ausserdem auch schwarze undurchsichtige, bald grössere, bald kleinere Körnchen, wohl organischer Natur. In manchen Kalken, namentlich in einigen Silurkalken Norwegens nimmt diese schwarze Masse so überhand, dass sie die Präparate wenig durchsichtig macht und auch in den feinsten Schliffen noch zusammenhängend, netzförmig, maschenförmig oder auch fadenförmig angeordnet erscheint, so dass der Gedanke sehr nahe liegt, dass man es hier mit zerstörten Pflanzenzellen zu thun habe.

Manchmal glaubt man selbst ganz bestimmte Formen, Algen ähnlich, vor sich zu haben, doch treten dieselben so wenig anhaltend und constant in ihren Formen auf, dass man durchaus nichts Sicheres darüber aussagen kann. Trotzdem, dass ich eine sehr grosse Zahl von Präparaten horizontal wie senkrecht zur Schichtfläche von diesen Kalken, besonders von dem an diesen schwarzen zellenähnlichen Massen reichsten Kalkstein von Oksna, (Et. 1 Kjerulf) herstellte, gelang es doch nie, irgend einen Anhaltspunkt zu gewinnen, um auch nur auf irgend eine bestimmte Klasse diese Reste zurückzuführen.

Von einiger Wichtigkeit ist auch noch die Frage nach der Vertheilung dieser unlöslichen Massen im Gesteine. Selbstverständlich kann dieselbe nur an Dünnschliffen untersucht werden, und ich füge gleich hinzu, dass dieselben ganz besonders dünn sein müssen, um dieselbe erkennen zu lassen. In manchen Fällen gibt auch noch das theilweise Aetzen des Präparates oder das vollständige Entfernen der löslichen Bestandtheile, wenn man den Dünnschliff mit verdünnten stärkeren Säuren behandelt, darüber guten Aufschluss. In letzterem Falle ist es gut, wenn man, nachdem das Präparat aus der Säure genommen und sehr behutsam abgespült wurde, dasselbe nicht mit Kanadabalsam bedeckt, weil selbst bei sanftem Andrücken des Deckgläschens die natürliche Lage der ungelöst zurückgebliebenen Theile gestört wird, und die feinsten Körnchen scheinbar ganz verschwinden, indem sie in den Balsam eingebettet kaum mehr erkannt werden können.

Man kann sich auf diese Weise bald überzeugen, dass bei allen Kalken, bei denen nicht eine besondere Structur ausgebildet ist, (wie bei den Rogensteinen und ähnlichen) also bei der weit aus überwiegenden Mehrzahl auch die unlöslichen unorganischen Bestandtheile keine besondere Vertheilung erkennen lassen, sondern ganz gleichmässig

durch das Gestein sich vertheilt zeigen, so dass auch nach dem Aetzen der Kalke nichts einer Schichtung oder Schieferung ähnliches wahrgenommen wird, mit Ausnahme der beiden oben S. 566 schon erwähnten Kalke. Auch die unlöslichen Bestandtheile lassen durchaus keine anderen Verhältnisse auf dem Querschliff eines Gesteines, als auf dem Längsschliffe erkennen. Je dünner man ein Präparat schleift, desto besser überzeugt man sich davon, dass nicht nur zwischen den einzelnen Kalkspathkörnern, sondern in denselben die Körnchen und Splitterchen der unlöslichen Bestandtheile eingeschlossen sind. Uebrigens soll damit nicht gesagt sein, dass nicht hie und da stellenweise etwas mehr von dieser Masse sich findet, namentlich gilt dies für die wohl grösstentheils kohlenartigen Massen, die sich in so vielen Kalken einstellen. Diese finden sich oft nesterweise zusammen und in einer Weise, die durchaus nicht an eine organische Structur erinnert. Auch wenn nicht viel von diesen letzteren vorhanden ist, wird häufig bei den Kalken mit einem hohen Gehalt an unlöslichen Bestandtheilen das Aussehen desselben unter dem Mikroskope so wenig verändert, wenn man den Kalk durch Säuren wegnimmt, dass man erst bei gekreuzten Nicols durch das Fehlen der doppelbrechenden Substanz deutlich den Unterschied der geätzten und nicht geätzten Hälfte des Präparates gewahr wird. Gerade die schwarzen kohligen Massen treten an den geätzten Stellen besonders deutlich hervor, und man kann sich da sehr gut überzeugen, wie in manchen Kalken diese schwarzen Stäubchen ganz gleichmässig sich vertheilt zeigen, dazwischen aber auch gröbere Stücke, bräunlich durchscheinend in Streifen und Maschen, manchmal selbst in aderförmiger Vertheilung, durch das Gestein sich hindurchziehen.

Einer der am leichtesten erkennbaren Beimengungen ist der Glaukonit, der in Körnern bis zu 1,5 mm Grösse

besonders häufig in alpinen Kalken der unteren Kreide sich findet, prächtig smaragdgrün, auch in einigen Kalken der Lettenkohle, wo ihn zuerst v. Schauroth in der Thüringer Trias, Sandberger in Franken nachgewiesen hat. Er polarisirt das Licht stark, scheint aber auch in den kleinsten Körnern aus einer Menge von noch viel feineren zusammengesetzt, denn nie wird ein solches Korn bei gekreuzten Nicols ganz dunkel, man mag das Präparat drehen, wie man will.

Die Grösse der die unlöslichen Bestandtheile bildenden Körner und Körnchen ist eine sehr verschiedene, aber meist eine geringere, als die der feinsten Kalkkörner. Vorherrschend sind in den meisten Kalken Körnchen, welche zwischen 0,001 und 0,004 mm besitzen. In manchen Kalken findet man nur sehr spärlich grössere, 0,006—0,01 mm gross, in anderen sind dagegen gröbere Quarzkörnchen von 0,1 bis selbst 0,2 Grösse häufig; das letztere gilt für einige der ältesten Silurkalke Süd-Norwegens, aber ebenso auch für Kalke, welche der alpinen Kreide angehören. Immerhin sind diese unlöslichen Massen verglichen mit dem feinen Schlamme unserer Flüsse grob zu nennen. Es gibt sich dies noch besser als aus Messungen, die immer nur an einzelnen Körnern vorgenommen werden können und bei den Grössenverhältnissen, mit welchen wir es hier zu thun haben, kein sicheres Resultat mehr geben, aus dem Verhalten der aus nicht gepulverten Gesteinsstücken erhaltenen unlöslichen Bestandtheile, wenn wir sie mit Wasser durch einander schütteln. Nimmt man einen etwas höheren und engeren Glascylinder und stellt denselben nach dem Schütteln und gleichmässigen Vertheilen dieser Bestandtheile durch die ganze Flüssigkeitssäule ruhig hin, so genügen schon 1—2 Stunden, um in einem 24 cm hohen Cylinder die Flüssigkeit bis zu dem den Boden $2^1/_2$ cm bedeckenden Bodensatz fast vollständig klar erscheinen zu lassen, während

bei Hochwasser aus unseren Flüssen geschöpftes Wasser Wochen braucht, um sich zu klären. Taf. II Fig. V geben bei gleicher Vergrösserung das Aussehen dieser Massen in geätzten Kalken, Fig. VI von Solenhofer Kalk, VI von Kalk der unteren Kreide von Seelisberg. Die dunkleren, grösseren punktirten Körner (Fig. VI a, a) gehören dem Glaukonit an, die helleren sind Quarz, um den letzteren sind häufig ganz dunkle undurchsichtige feine Körnchen wie eine Einfassung desselben angehäuft; es dürften wohl organische Massen sein. Sehr grosse Aehnlichkeit mit den unlöslichen Bestandtheilen der meisten Kalke haben die aus Tiefseeschlamm nach Behandlung mit Salzsäure zurückbleibenden, wie sie Fig. VII darstellt, die einer in der Nähe der Fidschi-Inseln aus einer Tiefe von 4755 mm entnommenen Schlammprobe nachgebildet ist, welche ich der Güte des Herrn Oberbergraths Dr. Gümbel verdanke. Auch in ihr finden sich ausser mancherlei organischen Resten, wie Diatomeen, Kieselnadeln etc. noch deutliche Fragmente von Quarz, zum Theil mit sehr scharfen Ecken und Kanten. Eine Probe von Rheinschlamm, die schwebenden Bestandtheile von Wasser während eines Hochwassers im Frühlinge von Herrn Geheimrath v. Rath in Bonn geschöpft, bestand nur aus den allerfeinsten, Molekularbewegung zeigenden Staubtheilchen. Dagegen enthielt eine Probe vom Wasser aus der Tamina bei Ragatz von mir im vorigen Herbste nach heftigen aber kurz dauernden Regengüssen geschöpft neben wenig sehr feinen Staubmassen ebenfalls gröbere Körner von Schiefer und Quarz, sie verhielt sich auch hinsichtlich der raschen Klärung ganz ähnlich den unlöslichen Bestandtheilen der meisten Kalksteine, indem sie ziemlich genau in derselben Zeit, in 2 Stunden fast völlig klar geworden war, als sie in demselben Cylinder und im gleichen Mengenverhältnisse von den festen Bestandtheilen und Wasser sich selbst überlassen wurde.

Ganz dasselbe, was hier über die unlöslichen Bestandtheile der Kalksteine erwähnt wurde, gilt auch für die Dolomite. Auch in diesen findet man dieselben Bestandtheile und auch dieselbe Art der Vertheilung, so dass weder hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung noch der mikroskopischen Beschaffenheit eine Verschiedenheit von durchgreifender Bedeutung sich nachweisen lässt. In beiden Gesteinen und in den Zwischengliedern zwischen ihnen findet man das gleiche Schwanken der einzelnen Bestandtheile und ebenso auch von deutlich erkennbaren Mineralien nur Quarz und Glimmer oder dem Glimmer nahe stehende Blättchen, deren Natur sich nicht näher bestimmen lässt.

Wenn man versucht, aus der Bauschanalyse der unlöslichen Bestandtheile ihren mineralogischen Charakter zu bestimmen, so überzeugt man sich bald, dass alle Anhaltspunkte zu derartigen Rechnungen fehlen und dass man zu keinem anderen Resultate gelangt, als dem mit der mikroskopischen Untersuchung dieser Massen im polarisirten Lichte übereinstimmenden, wornach ein grosser Theil dieser Massen Reste von zersetzten Silicaten darstellt, die zum Theil eine sehr auffallende Zusammensetzung haben müssen, wie sie sonst an solchen in grösserer Menge abgelagerten Zersetzungsprodukten nicht beobachtet worden ist. Ich möchte in dieser Beziehung nur auf eine dieser Analysen, nehmlich Nr. IX S. 557 hinweisen, welche die unlöslichen Bestandtheile des Schaumkalkes betrifft. Wir finden, dass in denselben 32,3 Kieselsäure enthalten sind, also noch nicht einmal $^1/_3$ der Gesammtmasse. Nun ist aber ausserdem keine andere Säure vorhanden, ebenso auch kein Bestandtheil, welcher für sich in Säuren unlöslich wäre, sondern nur Thonerde, Eisenoxyd, Kali und Natron. Wir müssen daher entnehmen, dass wir es mit Silicaten dieser Stoffe zu thun haben. Das Mikroskop zeigt uns aber auch noch freie Kieselsäure, als Quarz vorhanden an, so dass demnach nicht

einmal 30 pC. Kieselsäure zur Bindung jener vorhanden sind. Um das Auffallende zu erhöhen, ist noch dazu ein sehr grosser Gehalt von Kali und Natron, nehmlich 21,30 pC. zusammen, vorhanden. Wir kennen kein Silikat, dem eine ähnliche Zusammensetzung zukäme, so dass wir auch dadurch genöthigt sind, anzunehmen, dass ein Theil dieser unlöslichen Massen ein theilweise ausgelaugter Rest von einem Kali- und Natronsilicat enthaltenden Mineral sei, während ein anderer vielleicht als eine Neubildung anzunehmen ist, hervorgegangen aus der Zerstörung anderer Mineralien, aber im amorphen Zustande. Vielleicht gelingt es, durch passend eingerichtete Schlämmapparate mechanisch solche verschiedenartige Substanzen von einander zu sondern und durch deren gesonderte Analyse etwas mehr Licht über ihre Zusammensetzung zu erhalten, als wir bis jetzt haben.

Ehe ich daran gehe zu erörtern, ob und wie weit die vorliegenden Untersuchungen über die Beschaffenheit der Kalke sich für die Frage nach ihrer Entstehung allenfalls verwerthen lassen, möchte ich nur noch mit einigen Worten der oolithischen Kalksteine gedenken. Dass diese Kalkkügelchen, wie sie in den Erbsensteinen und Rogensteinen vorliegen, keine organischen Bildungen seien, ist längst bekannt; es sind die kleineren Kugeln sehr häufig, die grösseren immer aus einzelnen concentrischen Lagen aufgebaut, die häufig, aber durchaus nicht immer ein Korn, sei es von Kalkstein, sei es von einer anderen Art, einschliessen, und sich succesive um dasselbe herumgelegt haben. Die Grösse der Kugeln wechselt von der Grösse eines mm an bis zur Erbsengrösse. Diese kugelige Structur erkennt man schon mit blossem Auge bei allen oolithischen Kalken. Ich habe nun auch Kalke beobachtet, bei denen das blosse Auge keine Spur dieser Structur erkennen kann, wo sie aber doch unter dem Mikroskope sehr deutlich nachweisbar ist. Ganz besonders schön ist sie an dem Korallenkalke des Schweizer

Jura von Stein bei Basel entwickelt. Dieser Kalk erscheint fast rein weiss, vollkommen homogen und dicht und dennoch besteht er aus lauter sehr kleinen, 0,1—0,2 mm grossen, kugeligen, häufig auch ellipsoidischen Körperchen, die ganz gleichmässig aus den feinsten, durchschnittlich nur 0,001 mm grossen Kalkspathkörnchen gebildet sind (Fig. 8 Taf. II), nicht sehr oft ebenfalls concentrische Lagen erkennen lassen und zwischen sich grössere Krystallkörner, welche alle Zwischenräume zwischen ihnen ausfüllen.

Aehnlich feinkörnige aber viel kleinere Kugeln (0,05 mm) erhielt ich zuweilen, als ich eine Chlorkalciumlösung und Natriumcarbonat mit einander in einem Glastroge der Diffusion überliess; in anderen Fällen bildete sich aber keine solche, ohne dass ich einen Grund für dieses abweichende Verhalten angeben könnte. Jedenfalls sehen wir, dass eine Aneinanderlagerung kleinster Kalktheilchen zu kugeligen Massen ohne alle organischen Einflüsse vor sich gehen kann.

Ich komme nun zu der Frage, ob die mitgetheilten Untersuchungen sich irgendwie verwerthen lassen für die Theorie der Bildung der Kalksteine und Dolomite. Sehen wir zunächst von den letzteren ab, so können wir es wohl als eine unbestrittene Thatsache hinstellen, dass fast alle Geologen, welche sich über die Bildung der Kalksteine, namentlich der wohlgeschichteten marinen ausgesprochen haben, für dieselben einen organischen Ursprung annehmen, seine Abscheidung aus dem Meerwasser durch die Thätigkeit der kleinsten Organismen erfolgt erklären. Hatte man früher, besonders durch Ehrenbergs Untersuchungen der Kreide veranlasst, Foraminiferen diese kalkabsondernde Rolle zugewiesen, so sind es neuerdings die Kokkolithen, denen man eine noch grössere Wichtigkeit in dieser Beziehung zuschreibt.

Gibt nun die mikroskopische Untersuchung der Kalksteine dieser Theorie eine neue Stütze oder nicht?

Eine unbefangene Betrachtung auch nur weniger guter Dünnschliffe von Kalksteinen wird sofort Jedem die Ueberzeugung verschaffen, dass von einer Unterstützung dieser Theorie durch die mikroskopische Untersuchung keine Rede sein kann. Sehen wir von den Kalken, welche das feinste Korn besitzen, ab (und das ist entschieden die Minderheit der Kalksteine), so zeigen uns die übrigen deutlich gesonderte grössere Krystallkörner, die auch nicht eine Spur von organischen Formen aufweisen. In anderen finden wir neben diesen nun allerdings wohl erhaltene organische Gebilde, Foraminiferen namentlich in grösserer Anzahl, aber selbst in der Kreide sind sie der Menge nach noch nicht über die unorganischen Kalkmassen vorherrschend. Kokkolithen aber sind in den eigentlichen Kalksteinen mit Entschiedenheit kaum je nachzuweisen. Mit Ausnahme der Kreide ist es mir in keinem Kalksteine gelungen, sie zu erkennen. Man glaubt wohl hie und da einmal in den feinkörnigsten Kalken etwas zu sehen, was ein am Rande defektes oder auch sonst zerbrochenes derartiges Gebilde sein könnte, aber, wie gesagt, eine zweifellose Sicherheit bekommt man nie. Nun kommt ja noch hinzu, dass unter wechselnden Umständen in künstlich erzeugten Kalkniederschlägen den Kokkolithen in der Form und Grösse sehr ähnliche Bildungen entstehen[9]), so dass man in den seltenen Fällen, wo man solche besser ausgebildete Kokkolithen vor sich zu haben glaubt, immer noch dem Zweifel Raum geben kann, ob man es hier mit einem organischen Gebilde zu thun habe.

Von Seiten derer, welche die organische Abscheidung aller Kalke behaupten, wird nun allerdings eingewendet, das

9) Man vergleiche z. B. die Formen, welche Harting in seinen Recherches de Morphologie synthétique, Pl. I Fig. 1 D, Fig. 3 b c, Pl. II Fig. 13, gegeben hat.

Fehlen dieser kleinsten Organismen in den meisten Kalksteinen beweise nichts; diese Gesteine seien sämmtlich verändert, die feinen Kokkolithen seien zu grösseren Kalkkörnern durch das Wasser, welches die Gesteine durchdrang, umgewandelt worden. Nun lässt sich ja in der That die Möglichkeit einer derartigen Umwandlung nicht läugnen, aber ebensowenig, dass damit nicht der geringste Beweis dafür beigebracht ist, dass dieselbe auch bei allen Kalken wirklich Statt gefunden habe. Thatsächliches, was diese Umwandlung bewiese, lässt sich auch gar nichts anführen, es ist die Behauptung derselben lediglich zu Gunsten der Theorie ersonnen, und die Theorie selbst wiederum nur aufgestellt, um den Schwierigkeiten zu entgehen, welche die Annahme einer Abscheidung des Kalkes in anderer Weise uns bereiten. Wohl lässt sich nun aber Manches anführen, was gegen eine derartige Umwandlung spricht, zunächst das, dass in vielen Kalken eben doch die zartesten Organismen, die kleinsten Foraminiferen ganz ausgezeichnet erhalten sind und zwar eingebettet in Kalken von einer Beschaffenheit und von einer Grösse der Körner, die genau derjenigen entspricht, welche jene angeblich umgewandelten aus Kokkolithen entstandene Kalke besitzen. So geräth man dann in der That in eine Stellung zwischen Scylla und Charybdis. Findet man in einem Kalke wie Fig. 3 Taf. I deutliche Foraminiferen, aber keine Kokkolithen neben grossen Körnern, so verlangt das Fehlen der letzteren der Theorie zu liebe, dass man den Kalk als umgewandelt annehme, das Vorhandensein der Foraminiferen verbietet dieses aber wieder; denn dass constant die Umwandlung die Kokkolithen zerstört, aber die Foraminiferen verschont habe, das anzunehmen möchte doch Jedem als eine wunderliche Zumuthung erscheinen. Es bieten nun aber auch noch die chemischen Verhältnisse der Kalksteine Verhältnisse dar, welche der Theorie ihrer Entstehung durch organische Wesen

nichts weniger als günstig sind. Es ist der Magnesiagehalt der Kalksteine, den wir meinen und der beständige Wechsel desselben in den verschiedenen Formationen und deren Unterabtheilungen. Sehen wir z. B. die fränkische Trias an, so zeigen uns die Analysen Nr. XIII—XX S. 558 von unten nach oben die Hauptunterabtheilungen der oberen Anhydritgruppe und des Hauptmuschelkalkes, von der Terebratelbank bis zum Trigonoduskalk Sandberger umfassend, wie in diesen 87 Meter mächtigen höchst regelmässig auf einander folgenden Schichten von Kalken, unterbrochen von Mergeln und Schieferthonen, ein beständiger aber höchst unregelmässiger Wechsel des Magnesiumgehaltes eintritt; es beträgt nehmlich von unten nach oben in den verschiedenen Abtheilungen der Gehalt an Magnesiumcarbonat in Procenten:
0,48 — 7,89 — 13,75 — 0,14 — 2,38 — 2,00 — 1,80 — 27,79.

Wir müssen diesen Magnesiagehalt in den Kalken unter diesen Umständen und bei den Lagerungsverhältnissen dieser Schichten nothwendig als einen ursprünglichen, d. h. schon bei der Ablagerung der Gesteine in ihnen vorhandenen annehmen. Nun ist ja bekannt, dass ein geringer Magnesiumgehalt in den von Organismen abgesonderten Kalkmassen allerdings vorkommt, aber nie finden wir 7 oder gar 13 und 27 Procent Magnesiumcarbonat in denselben. Für alle diese Gesteine ist daher von vorneherein die Annahme ausgeschlossen, dass sie durch organische Wesen abgesetzt worden seien. In noch viel höherem Grade gilt dies für die Dolomite, bei denen ja von einer solchen Entstehung gar keine Rede sein kann. Selbst wenn wir die metamorphische Entstehung vieler Dolomite zugestehen, bleibt doch immer eine sehr beträchtliche Masse derselben, namentlich die grosse Menge der wohlgeschichteten triassischen Dolomite in den Alpen noch übrig, für welche weder eine organische noch eine metamorphische Bildung ange-

nommen werden kann, für die wir vielmehr nur eine ursprüngliche Ablagerung mit ihrer jetzigen chemischen Zusammensetzung annehmen können.

Wenn dem aber so ist, und wenn, wie wir oben zeigten, die mikroskopische Untersuchung dieser Dolomite gar keinen Unterschied zwischen ihnen und den Kalksteinen erkennen lässt, warum will man dann, um einer vermeintlichen Schwierigkeit willen, die der anorganischen Bildung der Kalksteine entgegensteht, eine durch keine Thatsache zu unterstützende Theorie für letztere aufrecht erhalten, die genau in derselben Weise bei jenen Dolomiten wiederkehrt, und durch jene Kalktheorie doch in keiner Weise beseitigt werden kann, ja im Grunde bei allen nicht als mechanische Bildungen sich zu erkennen gebenden Gesteinen, deren Absatz im Wasser wir doch deutlich beweisen können, stets wiederkehrt?

Dass übrigens auch die Structurverhältnisse der Kalke der Annahme einer Umwandlung derselben nicht besonders günstig sind, geht auch aus Versuchen über den Absatz von Kalk auf künstlichem Wege hervor, deren ich noch kurz Erwähnung thun will, weil sie, obwohl im Ganzen wenig Aufschluss über die Kalkbildung im Meere bietend, doch nicht ganz ohne Interesse sind. Ich habe schon erwähnt, dass wenn man auch sehr rasch aus einer Auflösung eines Kalksalzes Kalciumcarbonat bei gewöhnlicher Temperatur fällt, der Niederschlag immer krystallinisch ist und meist etwas rundliche Körner bildet, die jedoch gewöhnlich noch die zu Grunde liegende Rhomboïdenform verrathen. Lässt man durch langsame Diffusion eines Kalksalzes und etwa kohlensauren Natriums den Kalkniederschlag sich bilden, so beobachtet man etwas wechselnde Erscheinungen, je nachdem das Gefäss für die Diffusion länger oder kürzer, seichter oder tiefer ist, die ich hier nicht ausführlicher zu schildern beabsichtige. Hat man die diffundirenden Lösungen

in Kölbchen eingeschlossen, die nur durch eine enge Glasröhre der Lösung die Diffusion gestattet, so bemerkt man, auch wenn man die Kölbchen umgekehrt, so dass die Oeffnung der Glasröhre auf dem Boden des Diffusionsgefässes aufsteht, nach einiger Zeit, dass sich die Oberfläche des Wassers, in welches die Diffusion von den beiden entgegengesetzten Enden des länglichen Gefässes Statt findet, trübt und einen feinen bald gleichmässig die Oberfläche überdeckenden und nicht zu Boden sinkenden Ueberzug erhält. Lässt man diesen Process etwa 8 Tage fortgehen, so ist die Oberfläche noch immer mit diesem Ueberzuge versehen, und wenn man (mit einem Pinsel am besten) Theile desselben wegnimmt und auf einen Objectträger bringt, so sieht man, dass derselbe spiegelnde ebene Blättchen bildet, die unter dem Mikroskope auffallend ähnlich manchen Kalken sich zeigen, auch in der Grösse der Körner mit ihnen übereinstimmen, besonders mit Kalken von mittlerer Feinheit, etwa von 0,03—0,05 mm Grösse. Merkwürdig war mir besonders, dass auch die Umrisse der einzelnen Körner dieser Blättchen auffallend wellig und buchtig, sehr selten nur stellenweise geradlinig, sich zeigten, ganz ähnlich der Fig. 3 Taf. I.

Auch beim langsamen Verdampfen von aufgesammelten Tropfsteinmassen aus der Gailenreuther Höhle erhielt ich gleichfalls solche mit unregelmässigen welligen Kontouren versehene Körner. Es zeigt uns das wenigstens soviel, dass auch wenn sich Kalk, sei es durch Fällung, sei es durch Verdunstung, absetzt, die dadurch erhaltenen Körnchen durchaus nicht regelmässige Formen annehmen müssen und dass daher die rundlichen und welligen Umrisse der Körner in vielen Kalksteinen sehr gut mit der Annahme eines Absatzes derselben ohne Zuthun von organischen Wesen und ohne eine spätere Umwandlung zu vereinigen ist.

Räthselhaft bleibt deswegen die Art und Weise des Absatzes der Kalke und der Dolomite immerhin, um so

räthselhafter, wenn wir einen so beträchtlichen Wechsel in der Zusammensetzung der auf einander folgenden Gesteine sehen, wie er sich selbst an einer Lokalität bei einer so wenig mächtigen Schichtenreihe wie die fränkische Trias bemerklich macht, ja, wie wir oben S. 561 sahen, selbst in ein und derselben Schichte an wenig weit von einander entfernten Punkten derselben, und wenn wir uns dabei noch sagen müssen, dass das Alles, so zu sagen, aus einem ununterbrochen gefüllt gebliebenen Topfe, dem Meere, sich nach und nach abgesetzt hat. Wir müssen die Lösung auch dieser Räthsel künftigen Forschungen überlassen.

Wenn wir demnach auch über die Art und Weise, wie sich Kalke und Dolomite absetzten, nichts Positives aus unseren Untersuchungen entnehmen konnten, so lässt sich doch, wenn ich nicht irre, einiges über Zeit und Ort dieses Vorganges daraus erkennen, und zwar wesentlich durch Berücksichtigung des Verhaltens der unlöslichen Bestandtheile in diesen Gesteinen.

Wir haben oben erwähnt, dass die unlöslichen Bestandtheile im Verhältniss zu dem Schlamme unserer grossen Flüsse ziemlich grobkörnig erscheinen, dass sie mit Wasser geschüttelt, viel rascher sich absetzen, als dieser. Selbst wenn man eine dem Meerwasser ähnliche Kochsalzlösung zu diesen Versuchen wählt, findet man immer dasselbe Resultat eines raschen Abklärens des Wassers. Das spricht dafür, dass diese unlöslichen Massen nicht von grossen, weit und lang fliessenden Strömen in das Meer eingeführt wurden, sondern mehr von kleineren rascher sich bewegenden Flüssen, oder auch hie und da durch die Thätigkeit des Meeres an Küsten erzeugt wurden. Wir dürfen aber auch ferner schliessen, dass sie auch im Meere nicht sehr weit transportirt wurden etwa durch bedeutende Meeresströme, weil auch diese sehr bald nur das feinste Material mit sich führen, und ebenso wie die Flüsse eine Verkleinerung und

in Kölbchen eingeschlossen, die nur durch eine enge Glasröhre der Lösung die Diffusion gestattet, so bemerkt man, auch wenn man die Kölbchen umgekehrt, so dass die Oeffnung der Glasröhre auf dem Boden des Diffusionsgefässes aufsteht, nach einiger Zeit, dass sich die Oberfläche des Wassers, in welches die Diffusion von den beiden entgegengesetzten Enden des länglichen Gefässes Statt findet, trübt und einen feinen bald gleichmässig die Oberfläche überdeckenden und nicht zu Boden sinkenden Ueberzug erhält. Lässt man diesen Process etwa 8 Tage fortgehen, so ist die Oberfläche noch immer mit diesem Ueberzuge versehen, und wenn man (mit einem Pinsel am besten) Theile desselben wegnimmt und auf einen Objectträger bringt, so sieht man, dass derselbe spiegelnde ebene Blättchen bildet, die unter dem Mikroskope auffallend ähnlich manchen Kalken sich zeigen, auch in der Grösse der Körner mit ihnen übereinstimmen, besonders mit Kalken von mittlerer Feinheit, etwa von 0,03—0,05 mm Grösse. Merkwürdig war mir besonders, dass auch die Umrisse der einzelnen Körner dieser Blättchen auffallend wellig und buchtig, sehr selten nur stellenweise geradlinig, sich zeigten, ganz ähnlich der Fig. 3 Taf. I.

Auch beim langsamen Verdampfen von aufgesammelten Tropfsteinmassen aus der Gailenreuther Höhle erhielt ich gleichfalls solche mit unregelmässigen welligen Kontouren versehene Körner. Es zeigt uns das wenigstens soviel, dass auch wenn sich Kalk, sei es durch Fällung, sei es durch Verdunstung, absetzt, die dadurch erhaltenen Körnchen durchaus nicht regelmässige Formen annehmen müssen und dass daher die rundlichen und welligen Umrisse der Körner in vielen Kalksteinen sehr gut mit der Annahme eines Absatzes derselben ohne Zuthun von organischen Wesen und ohne eine spätere Umwandlung zu vereinigen ist.

Räthselhaft bleibt deswegen die Art und Weise des Absatzes der Kalke und der Dolomite immerhin, um so

räthselhafter, wenn wir einen so beträchtlichen Wechsel in der Zusammensetzung der auf einander folgenden Gesteine sehen, wie er sich selbst an einer Lokalität bei einer so wenig mächtigen Schichtenreihe wie die fränkische Trias bemerklich macht, ja, wie wir oben S. 561 sahen, selbst in ein und derselben Schichte an wenig weit von einander entfernten Punkten derselben, und wenn wir uns dabei noch sagen müssen, dass das Alles, so zu sagen, aus einem ununterbrochen gefüllt gebliebenen Topfe, dem Meere, sich nach und nach abgesetzt hat. Wir müssen die Lösung auch dieser Räthsel künftigen Forschungen überlassen.

Wenn wir demnach auch über die Art und Weise, wie sich Kalke und Dolomite absetzten, nichts Positives aus unseren Untersuchungen entnehmen konnten, so lässt sich doch, wenn ich nicht irre, einiges über Zeit und Ort dieses Vorganges daraus erkennen, und zwar wesentlich durch Berücksichtigung des Verhaltens der unlöslichen Bestandtheile in diesen Gesteinen.

Wir haben oben erwähnt, dass die unlöslichen Bestandtheile im Verhältniss zu dem Schlamme unserer grossen Flüsse ziemlich grobkörnig erscheinen, dass sie mit Wasser geschüttelt, viel rascher sich absetzen, als dieser. Selbst wenn man eine dem Meerwasser ähnliche Kochsalzlösung zu diesen Versuchen wählt, findet man immer dasselbe Resultat eines raschen Abklärens des Wassers. Das spricht dafür, dass diese unlöslichen Massen nicht von grossen, weit und lang fliessenden Strömen in das Meer eingeführt wurden, sondern mehr von kleineren rascher sich bewegenden Flüssen, oder auch hie und da durch die Thätigkeit des Meeres an Küsten erzeugt wurden. Wir dürfen aber auch ferner schliessen, dass sie auch im Meere nicht sehr weit transportirt wurden etwa durch bedeutende Meeresströme, weil auch diese sehr bald nur das feinste Material mit sich führen, und ebenso wie die Flüsse eine Verkleinerung und

Abrundung der Körner besorgen. Eine genauere Vergleichung des Verhaltens der unlöslichen Bestandtheile aus ein und demselben Schichtensysteme über die ganze Ausdehnung desselben möchte vielleicht in einzelnen Fällen nicht uninteressante Thatsachen über die Richtung der Bewegung dieser Massen und auch über ihren Ursprung zu Tage fördern. Für die bei weitem grösste Zahl der heute auf den Festländern sich findenden Kalksteine lässt sich ja in der That von der Silurformation an bis herauf meist leicht der Nachweis liefern, dass in nicht allzugrosser Entfernung sich zur Zeit ihrer Bildung Land befunden habe. In Russland allein würden gegenwärtig Kalke gefunden werden können, die weit von allen Festländern oder Inseln entstanden sind. Leider standen mir keine derartigen Kalke zu solchen vergleichenden Untersuchungen zu Gebote, wie sich in ihnen die unlöslichen Bestandtheile verhalten.

Aber auch für die Bestimmung der Zeit, welche die Bildung der Kalksteine erforderte, können wir einiges aus dem Verhalten dieser letzteren abnehmen. Wir haben schon oben S. 575 erwähnt, dass die unlöslichen Bestandtheile ganz gleichmässig in den Kalken und Dolomiten vertheilt seien, d. h. dass auch auf dem Querschnitte eines solchen Gesteines die Vertheilung durchaus keine bestimmten Unregelmässigkeiten, vor Allem keine schichtenartige Bildung erkennen lässt. Wir müssen daraus den Schluss ziehen, dass der Absatz des Kalkes und das Zubodensinken der unlöslichen schwebenden Bestandtheile ein ununterbrochenes war, so lange wir diese gleichmässige Vertheilung wahrnehmen, also jedenfalls so lange sich eine Schichte bildete, und nur eine kleine Aenderung eintrat, wahrscheinlich ein kurzer Stillstand in der Bildung des Kalkes oder ein vorübergehendes etwas stärkeres Absetzen der unlöslichen Masse, welche uns das Ende der älteren und den Anfang der neuen Schichte anzeigen.

Aber ebenso müssen wir dann auch für den Kalk eine gleichmässig anhaltende Abscheiduug annehmen, da ausserdem lagenweise eintretende Ungleichheiten im Verhältniss der zweierlei Bestandtheile dieser Gesteine, der löslichen und der unlöslichen, wahrnehmbar sein müssten, indem es ja nicht denkbar ist, dass die zwei aus ganz verschiedenen Ursachen sich absetzenden Theile immer in so gleichem Takte Ungleichheiten im Absetzen erfahren haben sollen, dass dadurch stets ein gleiches Verhältniss zwischen beiden erhalten blieb, während mit der Annahme, dass die Bildung beider ununterbrochen vor sich ging, die gleichmässige Vertheilung beider in einer Schichte von selbst folgt, und ebenso die Ungleichheit des Mengenverhältnisses beider Arten von Massen in verschiedenen Kalken sehr einfach aus der stärkeren oder schwächeren Einfuhr der mechanisch abgesetzten Massen erklärbar ist. Von den letzteren wissen wir nun überdiess sicher, dass sie, wenn auch in ungleicher Menge an verschiedenen Stellen und zu verschiedenen Zeiten ununterbrochen ins Meer eingeführt werden und aus physikalischen Gründen ununterbrochen sich zu Boden senken. Ebenso aber auch ist es gewiss, dass sie, je weiter sie von ihrer Ursprungsstelle fortgetragen werden, um so feiner werden und wohl auch um so sparsamer in derselben Wassermasse enthalten sind, daher werden sich auch unter sonst gleichen Umständen gebildete Kalke reiner zeigen, je entfernter von Küsten oder Einmündungsstellen von Flüssen sie sich abgesetzt haben. Wir besitzen leider keine ausgedehnteren Untersuchungen über den Gehalt des Meerwassers an schwebenden Bestandtheilen, noch weniger ist es natürlich möglich, den Gehalt an solchen im Meere früherer Perioden zu ermitteln, dennoch haben wir einige schwache Anhaltspunkte, um wenigstens die Frage beantworten zu können, ob es wahrscheinlich sei, dass auch nur Jahrtausende zur Bildung einer Schichte Kalk von mittlerer Mächtigkeit, etwa 20 cm, nöthig gewesen seien.

Wir haben S. 577 die Thatsachen mitgetheilt, aus denen hervorgeht, dass die schwebenden Bestandtheile der meisten unserer Kalksteine sehr rasch niedersinken, weil sie verhältnissmässig ziemlich grobkörnig sind. Wir dürfen daraus weiter schliessen, dass diese Massen nicht sehr weit transportirt wurden, also auch noch nicht allzu verdünnt ins Meer gebracht wurden. Unter gewissen Voraussetzungen über die Mächtigkeit einer bestimmten Formation können wir nun auch die Gesammtmenge der mechanisch in dieselbe eingeführten Bestandtheile berechnen, und daraus nun Schlüsse auf die Zeitdauer, welche die Bildung derselben in Anspruch nahm, ziehen, welche immerhin doch einigermassen auf thatsächlicher Basis beruhen.

Wir wollen zu diesem Behufe die Juraformation, und zwar die obere, fast nur aus Kalk und Dolomit bestehende Abtheilung ins Auge fassen. Die Oberflächenausdehnung derselben wollen wir zu 300 g. Q. M. annehmen, ihre Mächtigkeit im Durchschnitt zu 1000 Fuss und ihren mittleren Gehalt an unlöslichen Bestandtheilen zu 4%, alle Zahlen entschieden etwas über dem wahren Werthe liegend. Wir nehmen sie ferner in dieser Ausdehnung als eine mit senkrechten Wänden ohne alle Lücken ausgebildete Masse an. In diesem Falle würde, da eine g. Q. Meile 521'682649 P. Q. Fuss hat, das Volumen dieser Ablagerung 156''504794'700000 Kub. Fuss betragen und darin bei der Annahme von 4% unlöslicher Bestandtheile 6''260191'788000 Millionen Kubikfuss derselben enthalten sein.

Vergleichen wir damit einmal die von unseren grossen Strömen in das Meer eingeführten Schlammmassen. Nach den sehr genauen Untersuchungen der Mississippikommission unter Humphrey und Abbot bringt dieser Strom allein gegenwärtig jährlich 7460 Millionen Kubikfuss unlöslicher Massen ins Meer, das ist eine Masse, welche in 839 Jahren schon

denselben Betrag erreichen würde, wie die in der ganzen oberen Juraformation niedergelegte Schlammmasse.

Nun haben wir allerdings keinen Anhaltspunkt, um das Vorhandensein so grosser Ströme in früheren Zeiten oder am Ende der Trias und während der Bildung des weissen Jura anzunehmen, aber wir sehen doch daraus, wie bedeutend fliessendes Wasser am Aufbau der Schichten betheiligt ist, und eine einfache Erwägung der physikalischen Verhältnisse des bewegten Wassers zeigt uns, dass die Wirkung der kürzer in kleineren Strömen oder Flüssen sich bewegenden Wassermasser verhältnissmässig grösser ist, als die eines sehr lang und weithin strömenden Flusses. Jeder Fluss zeigt uns, dass er um so geringeren Schlammgehalt besitzt, um so weniger feste Bestandtheile mechanisch mit sich fortführt, je näher er seiner Mündung kommt, indem einmal das Gefälle abnimmt und die Schlammmassen und der Sand sich schon während des Transportes im Flusse selbst zu Boden setzen. Würde z. B. an Stelle des Mississippithales ein Meerbusen von seiner jetzigen Mündung bis St. Louis sich erstrecken, so würde unzweifelhaft in diesen Meerbusen von den dann als Küstenflüsse erscheinenden Nebenflüssen des Mississippi mehr Material in denselben eingeführt, als jetzt von dem letzteren in den Golf von Mexico gebracht wird. Wir sehen das auch an den bis jetzt allerdings noch sehr spärlichen Angaben über den Gehalt an schwebenden Bestandtheilen im Wasser der Flüsse. Beim Rhein finden wir im maximum nur 0,02 %, im Mississippi beträgt er im maximum $^1/_{18}$ %, beim Ganges im maximum zur Regenzeit $^1/_4$ % (genauer 0,23), das von mir geschöpfte Taminawasser enthielt, nach nicht sehr bedeutendem Regen, schon ebenso viel (0,24), es soll aber manchmal bis auf 2 % steigen.

Wir wissen nun freilich nicht, wie sich die Flüsse der früheren Perioden verhalten haben, auch über die Regen-

verhältnisse wissen wir nichts Sicheres, nur soviel, dass es regnete, und weil das Klima in jenen Zeiten noch wärmer und auch feuchter war, wohl etwas mehr, als gegenwärtig unter den Breiten, in denen sich die Juraformation findet. Wie wir schon oben erwähnten, nöthigt uns die Beschaffenheit des in den Jurakalken und Dolomiten vorhandenen Schlammes und seine Vertheilung in denselben zu dem Schlusse, dass sich derselbe ziemlich rasch senkte und anhaltend und wohl nicht sehr weit transportirt wurde. Wir können nun damit prüfen, ob es wahrscheinlich sei, dass sehr lange Zeit zur Bildung einer einzelnen Schichte nöthig gewesen sei, oder nicht, indem wir die Consequenzen prüfen, zu welcher die erstere Annahme führt. Wir haben den mittleren Gehalt an Schlamm in der Juraformation zu 4% angenommen. In einer Schichte von der mittleren Dicke von 20 cm Mächtigkeit würde demnach die Schlammmasse allein eine Dicke von 8 mm haben.

Unsere Versuche ergeben, dass in einer Stunde schon die suspendirten Massen unseres Jurakalkes um 12 cm sich senkten, nehmen wir aber auch für eine Stunde nur 5 cm an, so wird doch in einem Tage schon sämmtliche in einer Wasserschichte von 120 cm Höhe enthaltene Masse sich gesetzt haben, in einem Jahre demnach der Inhalt von 365×120 cm oder von 432 Meter. Wenn wir nun z. B. annehmen, dass zur Bildung dieser Schichte, die, wie wir oben sahen, gleichmässig und ununterbrochen aus Kalk und Unlöslichem sich aufbaute, 80 Jahre erforderlich gewesen seien, so würde in einem Jahre die Masse des Unlöslichen einer Schichte von 0,1 mm entsprechen, abgesetzt aus einer Wassermasse im Gesammtbetrage von 432 m oder 432000 mm Höhe.[10]) Nehmen wir das Gewicht der unlöslichen Massen

10) Ich sage Gesammtbetrag, um damit anzudeuten, dass es nicht nöthig ist, sich zu denken, dass eine so dicke Schichte dazu nöthig sei. Denken wir z. B. einen Meeresstrom auch nur 30 Meter hinabreichend,

auch zu 3 an, so würde der Gehalt an schwebenden Bestandtheilen im Wasser dem Gewichte nach nur $\frac{1}{1'440000}$ oder in 100000 Theilen Wassers nur ein $\frac{1}{14}$ betragen haben. Würden wir 800 Jahre für die Bildungszeit einer solchen Schichte fordern, — Manche sprechen ja von Tausenden von Jahren — so würde nur 0,01 mm im Jahre niedergesunken sein und der Gehalt an schwebenden Bestandtheilen auf $\frac{1}{140}$ in 100000 Theilen Wassers herabgehen.

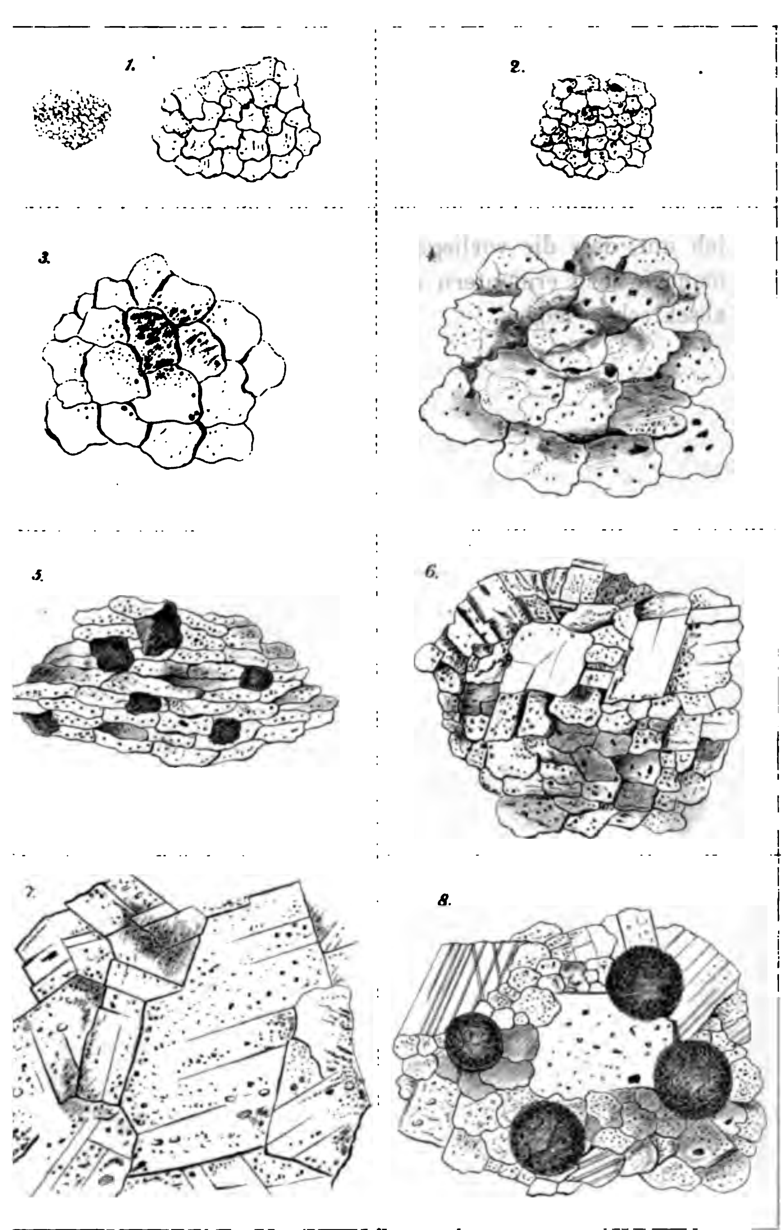
Wir haben, wie schon erwähnt wurde, soviel mir bekannt ist, keine Untersuchungen über den Gehalt des Meerwassers an schwebenden Bestandtheilen und können diese Zahlen daher auch nicht mit dem Verhalten unserer Meere vergleichen, wenn wir aber erwägen, welche ungeheueren Massen Schlammes unserer Flüsse mit sich führen, dass selbst nach langer Trockenheit der Rhein im minimum in 100000 Wassers noch 1,73 Schlamm enthält, also 240mal mehr als nach unserer letzten Annahme gefunden wird und 24mal mehr, als nach der ersten, so werden wir immerhin eher dieser ersten, als jener letzteren, eine grössere Wahrscheinlichkeit zuerkennen, da ja doch eigentlich thatsächliche Gründe für die Annahme einer so langen Bildungszeit für eine einzige Schichte nicht angegeben werden können.

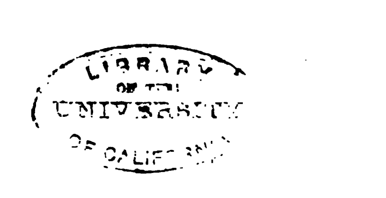
Mir scheint es demnach, dass die Verhältnisse der unlöslichen Bestandtheile der Kalke und Dolomite wenigstens in vielen Fällen besser mit der Annahme keiner so gar langen Zeitdauer der Entstehung ihrer Schichten übereinstimmen. Es wäre sehr zu wünschen, wenn diese bisher wenig beachteten Theile unserer Erdrinde, deren genauere systematische Untersuchung noch manches Resultat von

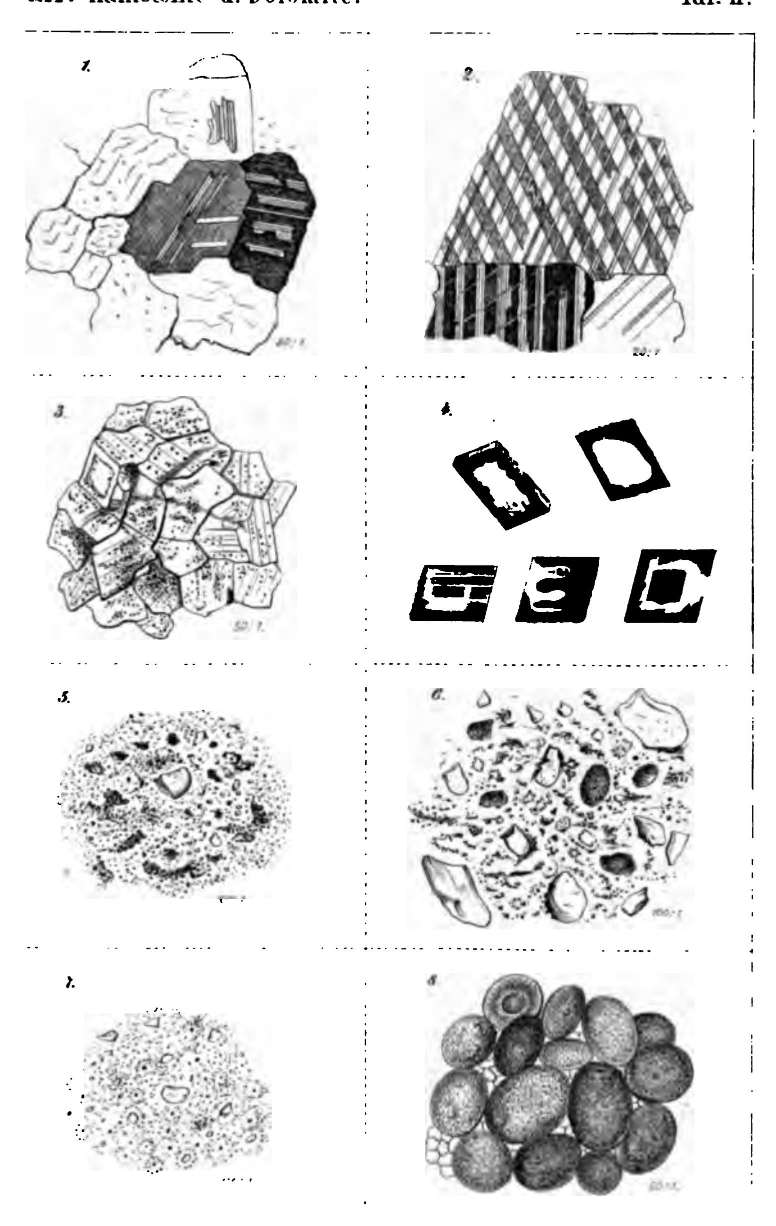
---

so wird doch von diesem wegen der anhaltenden Erneuerung seines Wassers gerade so viel Material unter ihm zum Absatz kommen, als wenn eine ruhende Wassersäule von der angegebenen Höhe ihren Inhalt in derselben Zeit absetzte.

allgemein geologischem Interesse zu liefern vermag, ebenso wie die Gesteine, in welchen sie Unterkommen gefunden haben, von verschiedenen Lokalitäten und Formationen einer eingehenden Bearbeitung unterworfen würden, und wünsche ich nur, dass die vorliegenden Blätter, wenn sie auch Niemanden dazu ermuntern sollten, doch auch Keinen davon abschrecken mögen.


1.
2.
3.
5.
6.
7.
8.







Herr Vogel trägt vor:

„Zur Bodenanalyse."

Vielfache Beschäftigung mit der Analyse des Bodens und Wassers, wie solche der praktische Unterricht im Laboratorium mit sich bringt, hat mich auf Beobachtungen und Erfahrungen geleitet, von welchen ich hier einige hervorzuheben, mich beehre. Die folgenden Mittheilungen sind keineswegs als abgeschlossene Resultate wissenschaftlicher Forschung zu betrachten, es sind vorläufig nur Andeutungen, welche durch weitere Bearbeitung vielleicht von Interesse werden können.

I.

Die mechanische Analyse einer Bodenart wird bekanntlich auf verschiedene Weise ausgeführt, nämlich durch Sieben oder Schlämmen. Ersteres besteht in einem einfachen Trennen der verschieden grossen Bodentheile durch Siebsysteme und zwar hat man gewisse Siebweiten adoptirt, um die einzeln gewonnenen Resultate doch einigermassen vergleichen zu können. Als Feinerde bezeichne ich die von der gesammten zu untersuchenden Erde durch ein Sieb von 0,2 mm Weite hindurchgegangenen Bodenbestandtheile. Der grössere oder geringere Gehalt an Feinerde in einem Boden ist ein wesentlicher Faktor für Beurtheilung dessen Fruchtbarkeit. Derselbe wird vorzugsweise zur chemischen Analyse benützt,

zur Bestimmung von Kalk, Kohlensäure u. s. w., um daraus für die Classificirung des Bodens Anhaltspunkte zu gewinnen.

Einen Nachweis für die quantitative Verschiedenheit der Pflanzennährstoffe in der Feinerde und den gröberen Bodenbestandtheilen habe ich in den mir zugänglichen agrikulturchemischen Arbeiten bis jetzt nicht auffinden können. Es war bei Bodenuntersuchungen wiederholt aufgefallen, dass bei Behandlung der Feinerde eines Bodens mit verdünnter Essigsäure, wie solches zur Beurtheilung der löslichen Mineralbestandtheile vorgenommen wird, die bekannte Reaktion mit molybdänsaurem Ammoniak weit deutlicher hervortrat, als in der essigsauren Lösung der gröberen Bodenbestandtheile. Diess veranlasste eine Versuchsreihe, um über diese Differenzen Aufschluss zu erhalten. Die vorläufigen Versuche bezogen sich zunächst auf den Gehalt an Phosphorsäure und Eisenoxyd vergleichungsweise in der Feinerde und im Bodenskelett. Ohne auf die gewonnenen Zahlenresultate näher eingehen zu wollen, mag nur erwähnt werden, dass nach meinen bisherigen Versuchen die Unterschiede im Gehalte an diesen beiden Nährstoffen sich deutlich herausstellten. Der Phosphorsäuregehalt der Feinerde eines Thonbodens steht im Verhältniss zum Phosphorsäuregehalte des Bodenskelettes = 3 : 2, der Eisengehalt = 7 : 6. Es wäre nicht ohne Interesse durch Versuche nachzuweisen, ob ähnliche Verhältnisse auch für andere Bodenarten Geltung haben. Auffallend dürfte es erscheinen, dass eine und dieselbe Bodenart in verschiedener Vertheilung ungleich quantitative Zusammensetzung zeigt. Diess erklärt sich indess nach meinem Dafürhalten sehr einfach aus dem Absorptionsvermögen, welches der Feinerde bekanntlich in besonders hohem Grade zukömmt, weshalb auch die in einem Boden enthaltene Menge Feinerde zu dessen Fruchtbarkeit in sehr entscheidendem Verhältniss steht, sie ist es, die vorzugsweise durch Atmosphärilien und

Düngung gebotene in Wasser lösliche Pflanzennährstoffe zurückhält und somit durch quantitativ chemische Analyse einen grösseren Reichthum an denselben nachweist, als sich der Gehalt der gröberen Bodentheile an Nährstoffen durch chemische Analyse ergibt. Es gibt Bodenarten, die nur wenige Procente Feinerde enthalten, wie z. B. mitunter Sandboden; auch durch ergiebigste Düngung wird es schwer gelingen, in einem derartigen Boden die Fruchtbarkeit wesentlich zu erhöhen. Ich glaube nach vorläufigen Versuchen annehmen zu dürfen, dass sich zwischen Feinerde und Bodenskelett für Kalisalz ebenfalls deutliche Differenzen ergeben werden und behalte mir vor, auf diese Verhältnisse bei der Untersuchung verschiedener Bodenarten ausführlich zurückzukommen.

Dass das Wasserabsorptionsvermögen der Feinerde wesentlich grösser ist, als das des Bodenskelettes, wird als bekannte Thatsache angenommen. Nach meinen neueren Versuchen ergab sich das Wasserabsorptionsvermögen der Feinerde eines humosen Bodens zum Bodenskelett derselben Erde im Verhältniss von 82 : 57. Auch schreitet die Wasserverdampfung weit schneller voran bei den gröberen Bestandtheilen des Bodens, als bei der Feinerde, wovon ich mich durch einfache Versuche zu überzeugen Veranlassung genommen. Feinerde und Bodenskelett eines Humusbodens wurden mit gleichen Mengen Wassers benetzt und dann in flachen Gefässen unter ganz übereinstimmenden Wärme- und Ventilationsverhältnissen aufgestellt. Nach 6 Tagen Stehen hatte das Bodenskelett das ursprüngliche Gewicht des Trockenheitszustandes wieder erlangt, während die Feinerde noch 6 % Wasser über den ursprünglichen Trockenheitsgrad enthielt.

Vorläufig mag erwähnt werden, dass die Feinerde humosen Bodens auch sehr bemerkbar grössere Mengen organischer Bestandtheile enthält, als das Bodenskelett.

II.

In älteren Hand- und Lehrbüchern der agrikulturchemischen Analyse befindet sich eine Prüfung der Ackererde auf ihre Fruchtbarkeit unter der Bezeichnung: „Kraftzustand der Erde." Sie besteht darin, dass man eine gewogene Menge des Bodens mit destillirtem Wassers extrahirt und den Auszug zur Trockne verdampft. Wir wissen, seitdem Liebig zuerst die Bedeutung des Bodenabsorptionsvermögens klar gelegt, dass eine derartige Untersuchung des Bodens mit destillirtem Wasser uns gar keinen Aufschluss gibt über die Fruchtbarkeit eines Bodens, oder über die Löslichkeit seiner Nährstoffe. Bei sehr zahlreichen Versuchen der Erdextraktion mit destillirtem Wasser habe ich niemals in dem Erdauszuge auch nur die geringste Reaktion auf Phosphate mit dem empfindlichsten Reagens auf Phosporsäure wahrgenommen. Der Auszug mit künstlichem kohlensauren Wasser zeigte mitunter gelbliche Färbung mit molybdänsaurem Ammoniak.

Als eine besonders energische ist die Einwirkung künstlichen kohlensauren Wassers auf Kalkboden zu bezeichnen. Es ist hier der Ort, eines vorläufigen mit Rothsand aus der Oberpfalz auf Veranlassung meines Freundes Ebermäyer im chemischen Laboratorium der Universität ausgeführten Versuches Erwähnung zu thun. Der Sandboden zeigte nur ganz schwaches Aufbrausen beim Uebergiessen mit Salzsäure, war demnach abgesehen von einigen vielleicht zufällig vorhandenen Fragmenten von Kalkstücken jedenfalls arm an Kalkcarbonat. Dieser natürliche Boden wurde in einem oben und unten offenen Glascylinder von 14 Centimeter Durchmesser und 66 Centimeter Höhe mit künstlichem kohlensaurem Wasser übergossen und das an der unteren Seite ablaufende Wasser in einer Porcellanschaale aufgefangen. Zur vollkommenen Sättigung der Erdschichte mit



Wasser waren 3 Liter künstlichen kohlensauren Wassers verbraucht worden. Nach einer halben Stunde war der Durchlauf vollendet und betrug ungefähr einen Liter. Die durchgesickerte Flüssigkeit zeigte wider Erwarten einen starken Niederschlag mit Ammoniumoxalat, der mit dem geringen in Salzsäure löslichen Kalkgehalte wenig übereinstimmte. Es scheint hiernach, dass mit Kohlensäure gesättigtes Wasser Kalksilicate zu zersetzen im Stande ist. Diess dient zur Erklärung der Wahrnehmung, dass Waldbäume auf scheinbar kalkarmem Kieselsandboden gewachsen in ihrer Asche mitunter unverhältnissmässigen Kalkgehalt zeigen. Schon früher habe ich auf die bemerkenswerthe Thatsache aufmerksam gemacht[1]), dass Lehmbodensickerwasser, obgleich die chemische Untersuchung im Lehmboden nur geringere Mengen von Kalkerde ergeben und auf den Umstand als erklärendes Moment hingewiesen, dass im Lehmboden Kalkcarbonat in weit feinerer Vertheilung vorhanden ist, als im grobkörnigen Kalkboden und daher dem Lösungsmittel ausgedehnteren Angriffspunkt bietet. Etwas Aehnliches dürfte auch als bedingend für den bedeutenden Niederschlag mit Ammoniumoxalat im erwähnten Versuche angenommen werden. Künstliches kohlensaures Wasser durch grobgestossenen Marmor hindurch filtrirt, bringt selbstverständlich Kalkerde in Lösung, indess ist die Menge des Gelösten im Verhältniss nicht ungewöhnlich bedeutend.

Reich an Mineralbestandtheilen ist der Auszug einer Ackererde mit verdünnter Essigsäure. In der essigsauren Lösung befinden sich selbstverständlich zum Theil auch Phosphate des Bodens, es muss daher durch molybdänsaures Ammoniak in dieser Lösung alsbald der bekannte gelbe Niederschlag entstehen. Tritt in dem essigsauren Auszuge einer Acker- oder Walderde (100 g Erde zu 200 C. C. ver-

1) Akadem. Sitzungsbericht. 5. März 1881. S. 263.

dünnter Essigsäure) auch nach längerem Stehen der gelbe Niederschlag nicht ein, so lässt sich daraus schliessen, dass der Phosphorsäuregehalt des untersuchten Bodens unter dem gewöhnlichen Minimalgehalte steht.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich darauf hinweisen, dass bei den beschriebenen Extraktionsversuchen des Bodens mit Wasser, namentlich mit künstlichem kohlensaurem Wasser, dessen Reinheit besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden ist. Selbstverständlich müsste die Anwendung gewöhnlichen Wassers auf die Resultate dieser Extraktionsversuche von grösstem Einfluss sein und ich halte es nicht für unmöglich, dass bei älteren Versuchen in dieser Richtung die nicht gehörig sorgfältige Rücksichtnahme auf das hiebei verwendete Wasser die Ergebnisse etwas gesteigert habe. Zur qualitativen Bestimmung der Reinheit des Wassers benütze ich neuerer Zeit eine verdünnte Lösung von essigsaurem Eisen. Die Angabe, dass eine Lösung von essigsaurem Eisen den ganzen Eisengehalt durch Aufkochen fallen lasse, habe ich wenigstens in dieser allgemeinen Fassung, nicht bestätigt gefunden. Liquor Ferri acet. gibt allerdings beim Aufkochen einen Niederschlag, indess bleibt die über dem Niederschlage stehende Flüssigkeit immer noch tiefdunkel rothbraun gefärbt, von einer gänzlichen Abscheidung des Eisens kann also in diesem Falle keine Rede sein. Eine stark mit destillirtem Wasser verdünnte Lösung von essigsaurem Eisen trübt sich beim Kochen nicht. Diese Lösung wird aber sofort getrübt durch Zusatz von Brunnenwasser, beim Aufkochen fallen braunrothe Flocken nieder und die Flüssigkeit wird vollkommen klar und farblos. Auch schon in der Kälte findet in dieser Lösung durch Brunnenwasserzusatz nach einigem Stehen eine Fällung rothbrauner Flecken statt. Die bekannte Reaktion mit Seifenspiritus zum Nachweis der Wasserhärte ist weniger empfindlich, als die hier angegebene mit Eisenacetat, namentlich bei künstlichem

kohlensaurem Wasser, indem die entweichende Kohlensäure auf die Schaumbildung zu wirken scheint. Man darf hienach annehmen, dass ein destillirtes Wasser, welches die angegebene Reaktion mit Eisenacetat nicht zeigt, zur Benützung zu diesen Bodenextraktionsversuchen vollkommen geeignet sei.

Wenn nun der hier besprochene Versuch unter der früheren Bezeichnung „Kraftzustand der Erde" über den Gehalt an mineralischen Pflanz-Nährstoffen des Bodens keinen wesentlichen Aufschluss zu geben vermag, so gewährt dagegen derselbe doch nach meinem Dafürhalten einen Einblick auf den Ammoniakgehalt des Bodens. Bei mehrtägiger Behandlung, namentlich von Gartenerde, mit destillirtem Wasser, zeigte die filtrirte Flüssigkeit fast durchgängig die charakteristische Reaktion mit Nessler's Reagens. Ich weiss wohl, dass auf diese Weise nicht die ganze Quantität der Ammoniaksalze in Lösung tritt, da vermöge des Absorptionsvermögens der Feinerde die Ammoniaksalze theilweise festgehalten in Wasser schwerer löslich geworden. Aber immerhin kann die Reaktion zur Vergleichung verschiedener Bodenarten angewendet werden. Es ist nothwendig, das Extraktionswasser vor der Anwendung des Nessler'schen Reagens mit etwas kohlensaurem Natron und kaustischem Natron zu versetzen, wodurch nach einigen Stunden Stehens sich Flocken absetzen. Auf diese von den abgesetzten Flocken abgegossene Flüssigkeit erfolgt die Anwendung des Nessler'schen Reagens nach der Methode der Ammoniakbestimmung im Trinkwasser.

Zum chemischen Nachweis selbst sehr geringer Mengen von Ammoniak im Trinkwasser versetzt man nämlich 100 bis 150 C. C. Wasser in einer reinen und verschliessbaren Flasche mit etwa $^1/_2$ C. C. Natriumhydrat und 1 C. C. Natriumcarbonatlösung. Nachdem der dadurch hervorgerufene Niederschlag, von Kalk- und Magnesiagehalt des zu

untersuchenden Wassers herrührend, sich abgesetzt hat, überträgt man die klare Flüssigkeit in einen engen Cylinder von farblosem Glase, in welchem sie mindestens eine 15 cm hohe Schicht einnehmen muss. Man setzt nun 1 C. C. Nessler'sche Lösung (Quecksilberkaliumjodid) hinzu und beobachtet nach dem Umschütteln die Farbe der Flüssigkeitsschicht, indem man von oben schräg durch dieselbe auf ein untergelegtes Stück weisses Papier hinsieht. Ist die Farbe gelbroth bis roth oder entsteht sogar ein rother Niederschlag, so darf man mit Bestimmtheit auf die Anwesenheit von Ammoniak im untersuchten Trinkwasser schliessen.[1])

Bekanntlich dürfen Verbindungen, welche wie die in den natürlichen Wassern gewöhnlich vorkommenden Salze der Erdalkalimetalle und des Magnesiums mit der alkalischen Quecksilberkaliumjodidlösung einen Niederschlag geben, in der für die Bestimmung anzuwendenden Flüssigkeit nicht vorhanden sein; aus diesem Grunde versetzt man das auf Ammoniak zu prüfende Wasser zuvor mit Natriumcarbonat- und Natriumhydratlösung, wodurch die genannten Salze zersetzt und die Erdalkalimetalle, wie das Magnesium als unlösliche Carbonate abgeschieden werden. Die angewandten Lösungen von Natriumcarbonat und Natriumhydrat müssen rein und namentlich frei von jeder Spur von Ammoniak sein. Ich will hiezu bemerken, dass die meisten von mir bisher untersuchten Sodasorten, auch calcinirte, als chemisch rein bezeichnete, sowie auch kaustisches Natron, keineswegs frei von Ammoniaksalzen sich zeigten. Ob diess mit der in neuerer Zeit abgeänderten Sodafabrikation zusammenhänge, mag vorläufig unentschieden bleiben, in Sodasorten nach der bisher üblichen älteren Methode dargestellt, zeigte sich die charakteristische Färbung mit Nessler's Reagens entschieden geringer. Besonders auffallend war mir der

1) Tiemann. Wasseruntersuchung S. 12.

rothe Niederschlag mit genanntem Reagens in übrigens reinem doppeltkohlensaurem Natron. Indess ist die Menge der im Natriumcarbonat enthaltenen Ammoniaksalze selbstverständlich nur eine äusserst geringe. Herr Dr. Baumann hat auf meine Veranlassung die Güte gehabt, eine annähernd quantitative Bestimmung vorzunehmen, nach welcher in 100,000 Theilen einer Sodasorte 0,16 g Ammoniak vorhanden waren. Ich glaube hiernach nicht, dass bei dem immerhin nur geringen Zusatz von 2 C. C. einer Sodalösung, in der Lösung von 1 : 2 zu 50 C. C. Wasser diese wie es scheint habituelle Verunreinigung der Soda auf die quantitative Bestimmung des Ammoniaks im Trinkwasser oder Boden durchgehends von irgend einflussreicher Bedeutung sein dürfte. Indess wäre diess unter Umständen doch wohl nicht unmöglich, und demnach statt des Natriumcarbonates aus dem Weinstein dargestelltes Kaliumcarbonat, welches nach meinen bisherigen Versuchen von dieser Verunreinigung frei erscheint, für diese Proben in Anwendung zu bringen.

III.

Die quantitative Bestimmung der organischen Bestandtheile einer humosen Erde ist wie man weiss mit nicht unbedeutenden Schwierigkeiten verbunden. Da beim Glühen stets auch das chemisch gebundene Wasser verflüchtigt wird und als organische Substanz in Rechnung kommt, so gibt diess keine annehmbaren Resultate und man bezeichnet daher die hiebei sich ergebenden Zahlen einfach als Glühverlust. Das exakte analytische Verfahren zur Bestimmung der organischen Bestandtheile eines Bodens besteht in der Oxydation derselben zu Kohlensäure und deren Wägung als Kohlensäure im Liebig'schen Kaliapparate. Zu dem Ende wird eine gewogene Menge lufttrockener Erde in ein Kölbchen gebracht, mit Wasser und concentrirter Schwefel-

säure übergossen, der Kork, durch dessen zwei Bohrungen zwei rechtwinklig gebogene Röhren gehen, aufgesetzt und die Luft aus dem Apparate gesogen. Nach einigem Stehen bringt man doppeltchromsaures Kali in das Kölbchen, verschliesst dasselbe und bringt es mit einem gewogenen, Kalilauge enthaltenden, Absorptionsgefäss und einer Kaliröhre in Verbindung. Das Kölbchen wird zuerst sehr gelinde, später bis 90° C erwärmt, zuletzt saugt man mittelst eines Aspirators kohlensäurefreie Luft durch den Apparat. Zum Schlusse der Operation wird durch Wägung der beiden Kaliapparate die Gewichtszunahme = Kohlensäure ermittelt. Die gefundene Zahl mit 0,471 multiplicirt gibt direkt den Gehalt an humosen Substanzen. Man erkennt aus dieser Darstellung wohl, dass die exakt wissenschaftliche analytische Methode complicirt und schwierig auszuführen ist, so dass dieselbe bei praktisch forstlichem Unterricht kaum vornehmbar erscheint.

Bekanntlich wird die Lösung von übermangansaurem Kali zur Bestimmung der organischen Verunreinigungen des Wassers benützt. Ich habe es versucht, eine Lösung von übermangansaurem Kali auch für den Nachweis organischer Bestandtheile im Boden anzuwenden. Zu dem Ende wird eine abgewogene Menge der zu untersuchenden Erde, ungefähr 10 g, in eine Glasflasche mit Glaskork gebracht und nun tropfenweise aus einer in Zehntel getheilten Burette eine Lösung von übermangansaurem Kali (1 g zu 1 Liter Lösung) zugesetzt. Ist ein Boden z. B. Quarzboden ganz frei oder nahezu frei von Organismen, so bleiben schon die ersten zugesetzten Tropfen, nachdem die damit geschüttelte Erde sich in der Ruhe abgesetzt, roth gefärbt, während humose Erde die Lösung entfärbt und erst nach Zusatz grösserer Mengen der Lösung von übermangansaurem Kali die röthliche Färbung der überstehenden Flüssigkeit deutlich auftritt. In solcher Weise behandelt haben z. B. 10 g

schwarzer Gartenerde 25 C. C., 10 g eines an organischen Bestandtheilen sehr armen Thonbodens 4 C. C. der Lösung von übermangansaurem Kali bis zum Eintritt der rothen Färbung verbraucht. Bei einem sehr geringen Verbrauche der Lösung von übermangansaurem Kali ist es nothwendig, die Erde in dem Schüttelgefässe mit destillirtem Wasser vorher zu versetzen, so dass nach einiger Ruhe eine dünne Wasserschichte übersteht und dann die Lösung von übermangansaurem Kali hinzuzubringen; so gelingt es, die rothe Färbung nach dem Schütteln und Wiederabsetzenlassen, deutlich beobachten zu können.

Gewöhnlich nimmt man an, dass auf 1 Theil übermangansauren Kali's 5 Theile organische Substanz kommen. Hiernach könnte auch die Menge der organischen Bestandtheile eines Bodens berechnet werden. Immerhin erhält man auf diese Weise eine Zahl, welche mit der Menge der Organismen im Boden in einer Art von Verhältniss steht. Ich bin weit entfernt, das hier angegebene Verfahren als eine endgültige Probe darzustellen, diese vorläufige Mittheilung bezweckt nur, auf die unmittelbare Einwirkung humoser Erde auf übermangansaures Kali aufmerksam zu machen, um vielleicht bei Ausbildung des Verfahrens davon analytischen Gebrauch machen zu können.

Herr Erlenmeyer spricht:

„Ueber künstliches Tyrosin."

Schon vor langer Zeit habe ich mir die Aufgabe gestellt, das bisher nur als Zersetzungsprodukt von Eiweisskörpern gewonnene Tyrosin künstlich darzustellen. Ich habe desshalb in den letzten Jahren eine Reihe von Experimentaluntersuchungen, welche hauptsächlich den Zweck hatten, die Wege für die Lösung der genannten Aufgabe zu ebnen, in meinem Laboratorium ausführen lassen. Zuletzt habe ich in Gemeinschaft mit meinem Assistenten Herrn Dr. A. Lipp einige Versuche angestellt, welche dem gesteckten Ziele näher führten und es schliesslich erreichen liessen.

Wir haben bei diesen Versuchen eine Anzahl neuer Verbindungen kennen gelernt, wie Parasulfophenylalanin, Para- und Orthonitrophenyl-α-nitroxypropionsäure, Paraamidophenylmilchsäure, Hydroxyhydrocarbostyril, Paraamidophenylalanin etc., über deren Darstellungsweisen und Eigenschaften wir demnächst berichten werden.

Für heute will ich mich darauf beschränken, den Weg kurz anzudeuten, auf welchem wir zur künstlichen Darstellung des Tyrosins gelangt sind. Das vor Kurzem von uns[1]) beschriebene Phenylalanin wurde zunächst mit Schwefelsäure und Salpetersäure in Paranitrophenylalanin übergeführt,

---

1) Berichte der deutschen chem. Ges. 15, 1006.

dieses wurde mit Zinn und Salzsäure in Paraamidophenylalanin verwandelt, das salzsaure Salz dieser Diamidoverbindung wurde dann in weingeistiger Lösung mit Salpetrigsäure behandelt und das entstandene Produkt mit Wasser erhitzt. Die eingedampfte Lösung gab an Aether eine syrupförmige Säure ab, die wahrscheinlich Parahydroxyphenylmilchsäure ist. Der mit Aether erschöpfte Rückstand lieferte nach dem Uebersättigen mit Ammoniak beim Abdampfen eine krystallinische Masse, welche beim Auswaschen mit Wasser ein weisses Krystallmehl zurückliess, das unter dem Mikroskop die charakteristischen Formen des Tyrosins zeigte. Diese traten noch deutlicher hervor, nachdem die Substanz aus siedendem verdünnten Weingeist umkrystallisirt worden war. Als nun auch die Analyse für Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff Zahlen ergeben hatte, die genau mit der Zusammensetzung des Tyrosins stimmen, wurden die Eigenschaften unseres Präparates mit denen des Tyrosins aus Horn verglichen und damit vollständig übereinstimmend gefunden.

Es ist hiernach kein Zweifel, dass es möglich ist, das Tyrosin auf dem angegebenen Weg künstlich darzustellen, resp. aus den Elementen zusammenzusetzen.

Was die Constitution betrifft, so hat sich L. Barth[2]) zwar schon im Jahre 1869 dahin ausgesprochen, dass das Tyrosin als eine Parahydroxyphenylamidopropionsäure zu betrachten sei, durch unsere Versuche ist aber erst bestimmt erwiesen, dass es von den beiden möglichen die α-Amidosäure ist, deren künstliche Darstellung weder durch die von Barth[3]) noch durch die von Beilstein und Kuhlberg[4]) projectirten Reactionen gelingen konnte.

---

2) Liebig's Ann. 152. 100.
3) ibid. 163. 296.
4) ibid. 163. 142.

Herr C. Kupffer spricht:

„Ueber aktive Betheiligung des Dotters am Befruchtungsakte bei Bufo variabilis und vulgaris.“

An dem Ei der Neunaugen beobachtete zuerst August Müller[1]) die Erscheinung, dass, nach dem Contact mit dem Sperma und nach eingeleiteter Zurückziehung des Dotters von dem stärker gewölbten Segmente der Eihaut am aktiven Pole, sich eine klare Masse „wie der am Horizonte aufgehende Mond“ aus dem Dotter erhebe, kugelig aufstrebe und dann sich wieder senke, um entweder ganz im Dotter zu verschwinden, oder eine Zeit lang noch in Zapfenform äusserlich sichtbar zu bleiben. Das Erscheinen dieser Kugel erfolge, sagt A. Müller, etwa 5 Minuten nach der Berührung von Sperma und Ei und erreiche in einigen Minuten die grösste Höhe. Die Stelle, an der dieses Auf- und Niedergehn sich zutrage, bleibe noch eine Zeit lang als dunkler Punkt durch die Loupe bemerkbar. A. Müller hat diese Erscheinung nicht näher geprüft, insbesondere nicht ihre Beziehungen zum Sperma erkannt. Er war auch der Ueberzeugung, dass gar keine Zoospermien die Eihaut durchbohrten.

---

1) Beobachtungen über die Befruchtungserscheinungen im Ei der Neunaugen. Königsberg 1864.

Ernst Calberla[2]), der später gleichfalls die Be- ruchtung des Neunaugeneies studierte, und Müllers Mit- heilungen dahin ergänzte, dass der Kopf eines Zoosperms n den Dotter gelange, bringt nichts hinzu, was zur Beur- heilung des Vordringens jener hellen Masse dienen könnte. Er leitet das Hervortreten derselben, die er Dottertropfen ıennt, von momentanen Contractionen im Innern des Eies ıer. Diese Contractionen fänden statt, nachdem der vom Schwanze getrennte Kopf eines Zoosperms in den Dotter gelangt sei und liessen nach, sobald die — zwar nicht be- ›bachtete, aber nach Oscar Hertwigs Entdeckung auch hier 'orauszusetzende — Conjugation des Eikerns mit dem Kopfe les Zoosperms (Spermakern) sich vollzogen hätte. Das Iervortreten des „Dottertropfens" wäre darnach ein passives, lie Masse würde hervorgepresst werden.

Dabei will aber Calberla äusserlich an dem Ei gar ceine Contractionserscheinungen wahrgenommen haben, die loch in auffälliger Weise stattfinden.

Benecke und ich wiederholten diese Beobachtungen an Eiern sowohl des grossen, wie des kleinen Flussneunauges bei künstlicher Befruchtung und gaben auf Grund eines sehr reichhaltigen Materials folgende Darstellung des Be- ruchtungsvorganges in seinen einzelnen Phasen:[3])

Die Zoospermien nähern sich dem Ei nur am spitzeren Pole, der ein stärker gewölbtes, uhrglasförmiges Segment ler Eihaut zeigt. Sobald die Zoospermien in den Bereich einer aus hyaliner Substanz bestehenden Kuppel gelangt sind, lie dem uhrglasförmigen Segmente äusserlich aufsitzt, stellen sie sich radiär zur Eihaut. Eines derselben dringt durch lie Eihaut hindurch, die übrigen bohren lebhaft gegen die

2) Der Befruchtungsvorgang beim Ei von Petromyzon Planeri. Leipzig 1877.

3) Der Vorgang der Befruchtung am Ei der Neunaugen. Königs- berg 1878.

Oberfläche, gelangen aber nicht in das Innere. Schon während der Annäherung der Zoospermien beginnt der Dotter, der durchweg der Eihaut enge anliegt, sich im Bereiche des Uhrglases von letzterer zurückzuziehen, also bevor noch das penetrirende Zoosperm mit dem Dotter in Contact gekommen ist. In dieser Region des Eies enthält der im Uebrigen undurchsichtige Dotter eine oberflächliche dünne Schicht durchsichtigen Protoplasma's, das bei der Retraction in Fäden ausgezogen wird, die mit ihren äussern Enden an der Eihaut haften und im weiteren Fortgange der Retraction durchreissen. In der Regel dehnt sich ein besonders dicker Strang in der Axe des Eies, auf den bereits Müller und Calberla aufmerksam gemacht hatten. Der letztere schrieb diesem Strange die Bedeutung zu, den angeblich vom Schwanze sich trennenden Kopf des penetrirenden Zoosperms in den Dotter hinein zu befördern und nannte den Strang „Leitband des Sperma." — Wir fanden, dass das penetrirende Zoosperm an jeder Stelle des stärker gewölbten Segmentes der Eihaut seinen Weg nehmen könne und daher nur bisweilen auf jenen sich retrahirenden Axenstrang des hellen Protoplasma's trifft, dem also die ihm von Calberla vindicirte Bedeutung nicht zukommt. Dieses penetrirende Zoosperm stellt die Bewegungen ein, sobald der Kopf in die Eihaut eingedrungen ist; steif gestreckt wird es angezogen und dabei wird der Kopf etwa um ein Drittel seiner bisherigen Länge gedehnt. Es verschwindet im sich retrahirenden Dotter mit Kopf und Schwanz, nie bleibt äusserlich in dem bei der Retraction des Dotters am aktiven Pole entstandenen freien Raume etwas von dem Zoosperm sichtbar.

Nachdem das penetrirende Zoosperm im Dotter verschwunden ist, die Dehnungsfäden des hellen Protoplasma durchrissen worden sind und mit Ausnahme schwacher Reste, die an der Innenfläche der Eihaut haften blieben, gleichfalls in das Innere sich zurückgezogen haben, beginnt ein neuer

Akt. Derselbe leitet sich am Ende der zweiten oder Anfange der dritten Minute nach dem Contacte der Geschlechtsprodukte ein: Aus dem Centrum der ebenen Endfläche des retrahirten Dotters, da, wo eben die Substanz des dicksten Dehnungsfadens, des Axenstranges, verschwunden war, hebt sich eine Masse klaren Protoplasma's aus dem dunklen Dotter hervor. Zuerst halbkugelig auftauchend, streckt sich die Masse in Form eines cylindrischen Zapfens durch den freien Raum und erreicht allmählig aufstrebend die Eihaut. Bei diesen Strecken verdünnt sich die Basis stielartig und das freie Ende schwillt an. Das Aufstreben des Zapfens dauert 2—3 Minuten, die Berührung desselben mit der Eihaut fällt also in die 5. bis 6. Minute von dem Momente der Vereinigung vom Sperma und Eiern an gerechnet. An der Innenfläche der Eihaut befinden sich wasserklare Bläschen, von denen jedes ein kleines glänzendes Körnchen an seiner Peripherie enthält. Diese Bläschen stammen jedenfalls zum Theil von Zoospermien her, die nicht vollständig eindringen. Bei keinem Ei fehlen solche. Unter lebhafter Thätigkeit der Geissel bohren sich die Köpfe eine Strecke weit in die Eihaut hinein; dabei sieht man an den Köpfen amöboide Bewegungen auftreten. Wellen erheben sich am hinteren Ende des Kopfes, laufen bis an die Spitze, ballen sich kugelig zusammen, weichen zurück, um in erneutem Anlaufe abermals vorzudringen. Ist der Kopf bis in die Nähe der inneren Oberfläche der Eihaut gelangt, so sendet derselbe einen feinen Faden pseudopodienartig vor, der den Rest der Strecke durchsetzt. Das in den Eiraum gelangende Ende verdickt sich knopfförmig und löst sich als helles Bläschen ab. So kann ein Theil der Substanz des Kopfes in das Innere gelangen, während die Hauptportion stecken bleibt. Mit solchen Bläschen verbindet sich der Zapfen hellen Protoplasma's. Derselbe leckt gleichsam die Innenfläche der Eihaut ab. Kommt derselbe

in die Nähe eines solchen Bläschens, so fliesst dasselbe im Momente der Berührung mit der Substanz des Zapfens zusammen oder der Zapfen nimmt es amöbeartig durch Umfliessen in sich auf, man sieht es dann noch eine Zeit lang darin, dann verschwindet es plötzlich. Darauf zieht sich der Zapfen zurück. Der Rückzug dauert länger, als das Hervortreten, 3—5 Minuten lang. In 10—12 Minuten ist die ganze Reihe von Vorgängen abgelaufen, aber der reguläre Gang zeigt sich nur dann, wenn man die Beobachtung nicht bei höherer Temperatur vornimmt, als derjenigen, bei welcher die Thiere unter natürlichen Verhältnissen laichen. Bei irgend höherer Temperatur treten sofort Unregelmässigkeiten ein.

Zwei Mal beobachteten wir, dass der Zapfen Zoospermien mitnahm, die ausser dem penetrirenden Zoosperm bis in den Eiraum gelangt waren. Das eine Mal wurden zwei Zoospermien erfasst; ein Zoosperm war mit dem Kopfe durch die Eihaut gedrungen, der Schwanz stack fest in derselben, der Zapfen erreichte den Kopf, trennte denselben von dem Schwanze, und führte den Kopf mit sich. Darauf änderte sich die Richtung des Zapfens etwas, derselbe näherte sich einem zweiten Zoosperm, das vollständig in den Eiraum gelangt war, dort aber regungslos lag, berührte dasselbe und nahm es ebenfalls mit sich.

Den Eindruck, den wir von diesem Phänomen erhielten, war der, dass dem Zapfen eine aktive ergänzende Rolle bei der Befruchtung zukomme.

Ich habe diese am Neunaugen-Ei bei der Befruchtung sich abspielenden Vorgänge hier nochmals berührt, weil ich der Ansicht bin, dass die gleich zu beschreibenden Erscheinungen, die die Eier von Kröten zeigen, mit jenen in Parallele zu stellen sind.

Die erste hieher gehörige Beobachtung wurde in Königsberg gemacht. Ein Pärchen von Bufo variabilis Pallas

wurde am 7. Mai in Copulation angetroffen. Es gelang Herrn Prof. Benecke, den Moment zu erfassen, wo das Laichen begann. Als etwa 8—10 Eier in einzeiliger Schnur hervorgetreten waren, wurde der Strang hart an der Kloake mit der Scheere abgeschnitten, rasch in drei Portionen getheilt, die, in bereit gehaltene muldenförmig ausgeschliffene Objectträger mit etwas Wasser gebracht, mit Deckgläschen gedeckt, gleichzeitig unter drei Mikroskope gelangten. Die Beobachter waren Prof. Benecke, mein Assistent Herr Böhm und ich. Es mochte etwa eine halbe Minute zwischen der Entleerung des Sperma von Seiten des Männchens und dem Beginne der Beobachtung verflossen sein. Das Eiweiss war im Aufquellen begriffen, concentrisch geschichtet, die äussere Schicht bereits klar und gequollen, die inneren Schichten quollen erst während der Beobachtung langsam auf. Zoospermien fanden sich theils im Wasser, theils in der äusseren aufgequollenen Schicht. Im Wasser schlängelten sie sich lebhaft, durch die Eiweissschicht aber glitten sie ruhig hin, oft ohne sichtbare Bewegung des Schwanzes, indem sie sich langsam um ihre Axe drehten. Die Mehrzahl hielt die radiäre Richtung gegen den Dotter ein, einige beschrieben aber eine elliptische Bahn durch die äusseren Eiweissschichten und gelangten wieder ins Wasser, wo sie lebhaft weiter schwammen. Das anfänglich noch rasche Vordringen der Zoospermien verlangsamte sich in den inneren noch nicht gequollenen Eiweissschichten ausserordentlich, aber eine beträchtliche Anzahl derselben gelangte an die den Dotter umgebende Eihaut (Dotterhaut) in der Ebene des eben vorliegenden grössten Kreises der Kugel. Darauf lässt sich ein verschiedenes Verhalten beobachten: ein Theil der Zoospermien dringt unaufhaltsam, wenn auch langsam, mit Kopf und Schwanz durch die Membran und verschwindet vollständig im Dotter. Indem die Spitze des Kopfes an der Innenfläche der Membran sichtbar wird, tritt der Dotter

an ganz begrenzter Stelle ein wenig zurück, aber das gleicht sich bald aus und die Perforationsstelle ist später nicht mehr kenntlich. Von dem Momente, wo die Spitze des Kopfes den Dotter berührt, bis zum vollständigen Verschwinden des Schwanzes vergehen 1—1½ Minuten. Einem anderen Theile gelingt das Eindringen erst nach langer Arbeit von 3—4 Minuten; dabei steht der Kopf unbewegt, während über den Schwanz fortwährend niedrige stehende Wellen hinlaufen, die gewöhnlich nicht bis zur äussersten Spitze des Schwanzes reichen. Einer dritten Portion endlich gelingt das Perforiren der Membran durchaus nicht, sie bleiben mit verbogenem Kopfe daran stehen oder legen sich tangential zur Membran, oder aber sie setzen die Bohrarbeit ohne sichtbaren Effekt fort, bis ein Phänomen am Dotter sich zeigt, von dem gleich die Rede sein soll. — Wie viele überhaupt vollständig eindringen, ist nicht zu bestimmen. An ein und demselben Kreissegment, das bei der Combination von Obj. IV Ocul. 4 Hartnack im Gesichtsfelde zu übersehen war, konnten 4—5 Zoospermien gezählt werden, die sicherlich vollständig in den Dotter gelangten; dabei schien keine Stelle des Eies bevorzugt zu sein, denn bewegte man den Objectträger, nachdem das Perforiren begonnen hatte, so konnte man das Eindringen an verschiedenen Punkten der gesammten Peripherie wahrnehmen. —

Etwa 15 Minuten nach dem Herrichten der Objecte und nachdem das Eindringen der Zoospermien bereits seit mehreren Minuten aufgehört hatte, sah man an der im Gesichtsfelde vorliegenden Peripherie des Dotters kleine Hügel sich erheben, die die Eihaut knopfförmig vortrieben. Diese Hügel bestanden an ihrer Basis aus völlig undurchsichtigem Dotter, hatten aber am Scheitel eine Schicht hellen Protoplasmas, das keine Dotterkörnchen enthielt. Ueberall nun, wo solch ein Knopf auftrat, erblickte man 1—2 Zoospermien mit dem Kopfe gegen die

ihaut gerichtet. (Siehe die Figur.) Die Köpfe er-
ben sich allmählig, bis die Eihaut, die sie vor sich her



schoben, an dieser Stelle so gespannt war, dass man dieselbe an dem Scheitel des Knopfes nicht mehr unterscheiden konnte; es hatte den Anschein, als wenn dieselbe sehr verdünnt worden wäre. Nachdem diese Prominenzen 1—2 Minuten lang auf gleicher Höhe verharrt hatten, sanken sie eben so langsam wieder zurück. Sobald dieser Rückgang sich einleitete, fielen die betreffenden Zoospermien von der Eihaut ab und blieben nun regungslos liegen.

Alle drei Beobachter sahen an mehreren Eiern dasselbe und es gelang wiederholt die ganze Reihe der Erscheinungen, von dem Eindringen der ersten Zoospermien in die aufquellenden äusseren Eiweisslagen an, bis zum Zurücksinken der Dotter-Prominenzen zu verfolgen, da das Pärchen in dem Laichgeschäfte fortfuhr, die lange Eierschnur langsam hervortrat und noch 2 Mal soeben vom Sperma überströmte Abschnitte der Schnur hart an der Kloake gewonnen werden konnten.

Wir haben damals gezögert, diese Beobachtungen zu publiciren, in der Erwartung, auch an Frosch-

eiern das Gleiche anzutreffen, aber die Gelegenheit hierzu bot sich nicht dar. — In diesem Frühjahre erlangte ich hier in München mehrere kopulirende Paare der im März laichenden Kröte, Bufo vulgaris Laurenti. Der Beginn des Laichens erfolgte unter Umständen wie in Königsberg, man war in der Lage, gleich die ersten hervortretenden Eier abtrennen und ohne Verzug unter das bereit gehaltene Mikroskop bringen zu können. Die Phänomene waren dieselben, wie sie oben geschildert worden sind. Herr Böhm, der mich von Königsberg nach München begleitet hat, war, wie ich, in der Lage, die Uebereinstimmung der Erscheinungen konstatiren zu können. Zahlreiche Zoospermien drangen in den Dotter ein, andere erlahmten während des Durchdringens der Eiweissschichten, ein dritter Theil gelangte zwar bis zur Eihaut, fand aber an derselben einen unüberwindlichen Widerstand und diesen Zoospermien kamen die Prominenzen des Dotters entgegen. Das Vordringen und Abwärtssinken der letzteren fand ebenso, wie an den Eiern der ersten Krötenart statt. An diesen Eiern von Bufo vulgaris erschien die erste Furche 1 1/2 — 2 Stunden nach dem Contacte mit dem Sperma, an den in Königsberg beobachteten Eiern von Bufo variabilis viel später, in der fünften Stunde nach jenem Zeitpunkte.

Die Analogie der Erscheinungen bei den Eiern der Kröten und Neunaugen ist, meiner Ansicht nach, unverkennbar. In beiden Fällen zeigt sich die gleiche Aufeinanderfolge: zuerst die Imprägnation des Dotters durch Sperma, beim Ei der Kröte sind es mehrere Zoospermien, beim Neunaugenei ein einziges, die vollständig eindringen. Dann wird der Dotter aktiv und strebt den Zoospermien entgegen, die die Eihaut nicht zu perforiren vermochten, aber noch lebhafte Aktion zeigen. Da an dem Neunaugenei nur der aktive Pol von Zoospermien erreicht wird, so sendet der Dotter nur einen Zapfen aus, der in Wechselbeziehung mit den Zoospermien tritt. An

das Ei der Kröte gelangen Zoospermien allseitig und sekundäre Prominenzen des Dotters zeigen sich an der ganzen Oberfläche. Am Ei der Neunaugen ist der ganze Zapfen von hyalinem Protoplasma gebildet, am Ei der Kröte ist mindestens die Kuppe der hervortretenden Knöpfe klar und frei von Dotterkörnchen. In beiden Fällen findet ein sekundärer Befruchtungsakt statt, nachdem ein Zoosperm, resp. mehrere in den Dotter gelangt sind und dieser sekundäre Akt beruht auf einer entgegenkommenden Thätigkeit des Dotters.

Nachdem meine diesjährigen Beobachtungen diese auffallenden Thatsachen zweifellos sicher gestellt hatten, zögere ich nicht länger, dieselben mitzutheilen, um die Aufmerksamkeit darauf zu lenken.

Welcher Art die Wechselwirkung war, die an den Eiern der Kröte zwischen den Prominenzen des Dotters und den noch aktiven, aber erfolglos arbeitenden Zoospermien sich vollzog, konnte nicht ermittelt werden, das grosse Objekt liess die Anwendung starker Systeme nicht zu, es konnte also nicht festgestellt werden, ob Substanzpartikel der Zoospermien von den Hervorragungen aufgenommen wurden, nur das Eine liess sich bestimmen, dass die, bei erhaltener Eihaut, grösstmögliche Annäherung zwischen Dotter und Zoospermien erfolgte, indem die circa 2 μ dicke Eihaut am Scheitel der Knöpfe derart verdünnt wurde, dass man sie nicht mehr sah, das Hinderniss also, das sich hier dem Contacte von Sperma und Dotter entgegenstellte, beträchtlich verringert wurde und zwar durch die Thätigkeit des anderen Faktors, des Dotters.

Immerhin kann dem Phänomene keine andere Bedeutung zukommen, als die, nachträglich Spermasubstanz dem Dotter einzuverleiben.

Die Eierschnüre, denen die zur Beobachtung dienenden

Portionen entnommen waren, entwickelten sich in normaler Weise.

Ob das Eindringen derjenigen Zoospermien, die total in den Dotter gelangten, sich nur auf die aktive Hälfte des Eies beschränkte, liess sich bei der gleichmässigen Pigmentirung der gesammten Oberfläche des Dotters nicht feststellen. Wäre es der Fall, so würde sich diese Region jedenfalls bis zum Aequator des Eies erstrecken, da das Eindringen mehrmals an der gesammten Peripherie eines grössten Kreises gesehen wurde.

Erklärung der Abbildung.

Die Abbildung stellt ein Kreissegment des Eies von Bufo vulgaris Laurenti bei etwa 100facher Vergrösserung dar. Drei Prominenzen des Dotters erheben die Eihaut an Stellen, wo äusserlich derselben Zoospermien anhaften.

Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

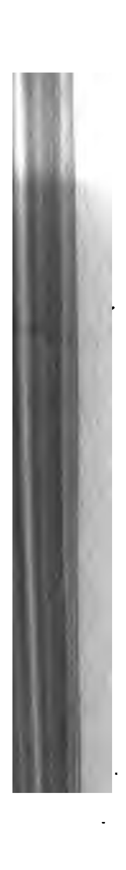
k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

1882. Heft V.

München.
Akademische Buchdruckerei von F. Straub.
1882.

In Commission bei G. Franz.



Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Oeffentliche Sitzung

zur Vorfeier des Geburts- und Namensfestes Seiner Majestät des Königs Ludwig II.

am 29. Juli 1882.

Wahlen.

Die in der allgemeinen Sitzung vom 21. Juni vorgenommene Wahl neuer Mitglieder hat die Allerhöchste Bestätigung erhalten und zwar wurden gewählt für die mathematisch-physikalische Classe:

A. Als Ordentliche Mitglieder:

Die bisherigen ausserordentlichen Mitglieder

1) Dr. Carl Wilhelm Kupffer, o. ö. Professor an der k. Universität München und I. Conservator der anatomischen Anstalt des Staates;

2) Dr. Ludwig Radlkofer, o. ö. Professor an der k. Universität München und Conservator an den botanischen Instituten des Staates.

B. Als Ausserordentliche Mitglieder:

1) Dr. Alexander Brill, o. Professor an der k. technischen Hochschule dahier;

2) Dr. Carl Haushofer, o. Professor und Vorstand der chemisch-technischen Abtheilung an der k. technischen Hochschule dahier.

C. Als Correspondirende Mitglieder:

1) Dr. A. Anwers, Professor und Astronom an der k. Akademie zu Berlin;

2) Dr. Carl von Vierordt, o. Professor der Physiologie an der Universität Tübingen;

3) Dr. Ferdinand Zirkel, o. Professor der Mineralogie an der Universität Leipzig;

4) Henry E. Roscoe L. L. D. F. R. S., Professor der Chemie an Owens-College in Manchester;

5) Dr. Johannes Wislicenus, o. ö. Professor an der k. Universität Würzburg;

6) Dr. Georg Schweinfurth, Afrika-Reisender.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 4. November 1882.

Herr C. Kupffer spricht über:

„Das Ei von Arvicola arvalis und die vermeintliche Umkehr der Keimblätter an demselben.“

(Mit 1 lithogr. Tafel.)

Reichert[1]) hat bereits im Jahre 1849 dem naturwissenschaftlichen Vereine zu Dorpat die Mittheilung gemacht, dass die Ratten und Mäuse, wie die Meerschweinchen, eigenthümliche Entwicklungsverhältnisse darböten, indem die Lagebeziehungen der Rückenplatten und der Darmrinne umgekehrte wären, als bei den übrigen Säugethiereiern.

Diese Beobachtung war in weiteren Kreisen nicht bekannt geworden, so dass Bischoff hiervon ganz unabhängig seine überraschenden Entdeckungen am Meerschweinchen-Eie machte. Bischoff war selbst in der Lage, konstatiren zu können, dass bei Hypudaeus amphibius der Embryo sich in ähnlicher Weise, wie beim Meerschweinchen entwickle und erklärte es für wahrscheinlich, dass dieser Entwicklungsmodus sich noch bei andern Nagern finde.[2])

---

1) Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Meerschweinchens. Berlin 1862. S. 101.

2) Entwicklungsgeschichte des Meerschweinchens. Giessen 1852. S. 46.

Die Eigenthümlichkeit der Entwicklung bei den genannten Thieren besteht, wie bekannt, darin, dass im Verhältniss zur vermeintlichen Eihöhle die Lageverhältnisse der Keimblätter entgegengesetzte sind, als es sich sonst im Thierreiche findet. Das Ectoderm nimmt an dem Ei dieser Nager die tiefste Stelle ein, umschliesst zunächst die Eihöhle, während das Entoderm äusserlich gelegen ist.

Das räthselhafte Phänomen wird um so auffallender, als das Kaninchen sich regelmässig entwickelt.

Eine gelegentliche Beobachtung an dem Ei einer Feldmaus (Arvicola arvalis) gab mir die Bestätigung, dass sich dieser Nager, wie die vorher aufgezählten, verhalte und ich beschloss, die Lösung des Räthsels an diesem Objekte zu versuchen, da mein Diener das Geschick erlangt hatte, die Thiere in Menge zu fangen. Im Juli dieses Jahres fertigte mein Assistent, Herr Alexander Böhm, eine Serie von Querschnitten durch eine Uterus-Anschwellung der Feldmaus an und diese Serie bot mir den ersten Anhaltspunkt zu einer Erklärung der paradoxen Erscheinung.

Sechs Schnitte hatten das cylindrische Ei der Länge nach getroffen. Es lag im Centrum der die Anschwellung bedingenden mächtigen Decidua, während das enge zackige Lumen des Epithelkanals gegen das Mesometrium hin verschoben war. Zwischen diesem Lumen und der das Ei bergenden Höhle fand sich ein Blutsinus.

Das cylindrische Ei zeigte drei Blätter. Das Ganze hätte man seiner Gestaltung nach als eine cylindrische Gastrula auffassen können, an welcher sich zwischen Ectoderm und Entoderm ein mittleres Keimblatt gebildet hätte. Alle drei Blätter bestanden je aus einer Zellenlage. Um den Vergleich mit der Gastrula festzuhalten, so war der Gastrulamund nach der Seite des Mesometrium gerichtet und an dem Rande der Oeffnung schlug sich das aus kubischen Zellen bestehende innere Blatt in das äussere um, das

platte Zellen zeigte, die der Wand der Deciduahöhle, in der das Ei lag, innig anhafteten. Gegen das mittlere Blatt waren sowohl das innere, wie das äussere durch eine starke Cuticula abgegrenzt, die an dem Umschlage theil nahm. Es möge nun dasjenige Ende des Eicylinders, an dem der anscheinende Gastrulamund sich befand, als Basis, das entgegengesetzte als Kuppe des Eies bezeichnet werden.

An dieser Basis befand sich eine Bildung, die das grösste Interesse erweckte. Ein epithelialer Zapfen, der von der Decidua auszugehen schien, ragte weit in die anscheinende Gastrulahöhle hinein und hatte keine Verbindung mit dem inneren Blatte des Ei-Cylinders. Damit schien das Problem gelöst, die vermeintliche Umkehr der Keimblätter am Ei gewisser Nager auf den regulären Entwicklungstypus zurückzuführen. Ich stellte mir den Gang der Vorgänge folgendermassen dar: Nachdem sich eine reguläre Keimblase gebildet hat, wird dieselbe durch Deciduabildung eingekapselt; gegenüber dem aktiven Pole der Keimblase erhebt sich dann ein vom Epithel des Uterus stammender Zapfen, der diesen aktiven Pol einstülpt. Es entsteht eine Pseudo-Gastrula, indem die Einstülpung nicht durch die Vegetations-Verhältnisse der Blastula (Keimblase), sondern durch ein äusseres, accessorisches Moment bedingt wird.

Die durch den Epithelzapfen bewirkte Einstülpung der aktiven Seite der Keimblase ändert aber an dem Entwicklungsgesetze nichts, das durch ein accessorisches Gebilde eingestülpte äussere Blatt der Keimblase verhält sich ebenso, als wenn dieser Process nicht von statten gegangen wäre und entwickelt an dem eingestülpten aktiven Pole den Embryonalschild, die Primitivrinne, die Medullarplatten etc.

Das aus drei Zellenlagen bestehende Ei musste demnach folgendermassen aufgefasst werden: Sowohl das innere, wie das äussere Blatt, die an der Basis durch Umschlag in einander übergehen, sind Ectoderm der Keimblase im bis-

herigen Sinne, das dazwischen gelegene mittlere Blatt ist Entoderm, das sich im Innern der eingestülpten Keimblase gebildet haben mag, wie das Entoderm überhaupt am Säugethierei entsteht.

Nachdem ich diese noch durch verschiedene Präparate gestützte Anschauung erlangt hatte, schrieb mir Hensen am 28. September, er hätte die „Meerschweinchenfrage" in einer äusserst einfachen Weise, conform strengster Durchführung der histologischen Blättertheorie, gelöst. Er fügte hinzu, es machte mir vielleicht Vergnügen, das Problem für das geschlossene Ei bei verloren gehender Zona selbst zu lösen. Diese Zurückhaltung war mir sehr genehm und ich theilte ihm die Lösung mit, die ich gefunden zu haben glaubte. Er replicirte am 4. Oktober, dass die Verhältnisse bei den Mäusen wohl andere seien, als beim Meerschweinchen, für das Ei der Maus könne meine Erklärung richtig sein, indessen sei er davon doch nicht überzeugt. — Hensen's Mittheilung wird allernächstens publicirt werden.

Am 8. Oktober besuchte mich Selenka und legte mir einige Präparate aus einer Fülle von Schnittserien durch Uterus und Ei der weissen Varietät der Hausmaus vor. Wir waren also gleichzeitig unserer drei mit der Lösung desselben Problems beschäftigt. Die musterhaften Präparate umfassten einen grösseren Zeitraum der Entwicklung, als meine eigenen von der Feldmaus und zeigten in den Grundzügen der Entwicklung Uebereinstimmung zwischen beiden Arten, aber doch auch viele Besonderheiten. Selenka bestritt es entschieden, dass das Epithel des Uterus an den vorliegenden Bildungen betheiligt sei und nach seinen Präparaten musste ich ihm beistimmen.

Wenn aber die Ursache der Einstülpung im Eie selbst gegeben war, so blieb der Process an und für sich räthselhaft und die Herkunft des einstülpenden Gebildes dunkel. Es fehlten noch zum Verständniss jüngste Stadien der Keim-

blase. Im Laufe des Oktober nun haben meine beiden Assistenten eine grosse Zahl von Schnittserien durch den trächtigen Uterus der Feldmaus angefertigt und ich bin jetzt in der Lage, von dem Stadium der kugligen Keimblase an bis zu dem Stadium des Beginnes der Amnionbildung den Gang der Entwicklung zu überblicken. Meine erste Auffassung habe ich in einem Punkte berichtigen müssen, der den einstülpenden Zapfen betrifft. Derselbe wird vom Eie selbst geliefert, aber von jener besonderen Schicht des Säugethiereies, die wir durch eine glänzende Entdeckung Rauber's[1]) kennen gelernt haben. Nach seiner Beobachtung zeigt die Keimblase des Kaninchens bei einer Grösse von $^5/_4$—3 mm Durchmesser die Besonderheit, dass im Bereich der Keimscheibe das Ectoderm zweischichtig ist. Es besteht aus einer tieferen Lage kubischer bis cylindrischer Zellen, denen äusserlich platte Zellen auflagern. Ausserhalb der Keimscheibe zeigt das Ectoderm nur eine einfache Lage platter Zellen. Die oberflächliche Schicht platter Zellen im Bereich der Keimscheibe ist aber keine bleibende. denn bei Eiern von 6 mm Durchmesser ist sie verschwunden. Rauber nennt diese transitorische Lage Deckschicht. Erst die unter den Deckzellen gelegene zweite Schicht stellt das bleibende, in bekannter Weise an dem Aufbau des Embryo sich betheiligende Ectoderm dar, auf welches dann das Entoderm folgt. Mithin ist die Keimscheibe in jener frühen Periode dreischichtig. Unabhängig von Rauber hatte E. Van Beneden[2]) an Kanincheneiern vom 5. Tage bei einem Durchmesser von 2—4 mm eine dreifache Schichtung an der Keimscheibe konstatirt. Er bezeichnet diese Gegend demnach als region

1) Sitzungsberichte der naturforschenden Gesellschaft zu Leipzig. 1875. Sitzung vom 3. Dec. S. 103.

2) Extrait des Bullet. de l'Academ. royale de Belgique. 2me ser. t. XL n. 12. 1875. p. 47.

tridermique du Blastoderme. Die äusserste Schicht lässt auch er aus platten Zellen bestehen. Doch vertritt er eine von Rauber's Auffassung abweichende Deutung der drei Schichten.

Lieberkühn[1]) bestätigte beim Ei des Kaninchens das Vorhandensein der Deckschicht Rauber's wie das spätere Verschwinden derselben im Bereich der Keimscheibe und wies am Ei des Maulwurfs Verhältnisse nach, die sich in demselben Sinne auffassen lassen. — Auch Kölliner[2]) schliesst sich auf Grund eigener Untersuchungen des Kanincheneies der Darstellung Rauber's an.

Es existirt also wenigstens am Eie des Kaninchens im Bereich der Keimscheibe eine an der Bildung des Embryo sich nicht betheiligende, oberflächliche, vergängliche Zellenschicht.

Diese Deckschicht findet sich auch an dem Eie der Feldmaus, geht aber hier nicht verloren, sondern wuchert und giebt einem accessorischen Gebilde die Entstehung, das die Einstülpung verursacht.

Ich gehe zunächst an die Schilderung verschiedener Stadien der Keimblase nach Durchschnitten durch dieselbe in situ im Uterus.

Die vorausgehende Behandlung der Objekte war folgende: Das trächtige Uterushorn wurde in toto, in leicht gespanntem Zustande (durch Anstecken der Enden auf Kork) in $^1/_3$ % Chromsäurelösung, je nach der Grösse, 24—48 Stunden lang gehärtet, darauf in Wasser ausgewaschen und dann der allmäligen Erhärtung in Alkohol unterzogen. Die Durchfärbung erfolgte mittelst einer Borax-Carminlösung, die mein Assistent Herr Böhm folgendermassen anfertigt:

1) Ueber die Keimblätter der Säugethiere. Marburg 1879.
2) Zool. Anz. 1880 Nr. 61 und 62.

Carmin	1,5 g
Borax	5,5 g
Aq. dest.	100,0 g.

Zuerst wird die Mischung von Carmin und Borax im Mörser verrieben, dann das Wasser zugesetzt und umgerührt. Die Lösung bleibt 24 Stunden stehen. Die überstehende Flüssigkeit wird abfiltrirt. Diese Lösung hat sich zur raschen Durchfärbung dickerer Objekte bewährt. Embryonen von der Grösse eines Hühnchens vom 10. Brüttage sind binnen 24 Stunden vollständig durchgefärbt. Ausgewaschen wird mit 70% Alkohol, der mit einigen Tropfen Salzsäure versetzt ist. Das Auswaschen dauert 24—36 Stunden.

Nach der Färbung wurden die einzelnen Anschwellungen des Uterus durch Querschnitte zwischen denselben isolirt, in Nelkenöl aufgehellt, in Paraffin gebettet. Die Schnitte wurden nach der von W. Giesbrecht[1]) angegebenen Methode auf dem Objektträger fixirt, vom Paraffin durch Terpentin befreit, in Canadabalsam eingeschlossen. Die Dicke der Schnitte war absichtlich nicht zu gering gewählt, sie betrug circa $^1/_{60}$ mm.

Es ergab sich, dass Querschnitte durch die Anschwellung die dem Uterus-Epithel anhaftende Keimblase günstig trafen und den Keimhügel resp. die Keimscheibe in mehreren Durchschnitten zur Anschauung brachten. Später, nachdem die Einstülpung begonnen, waren Längsschnitte parallel der Fläche des gespannt gedachten Mesometrium günstiger, um den Eicylinder nebst dem einstülpenden Zapfen der Länge nach zu schneiden.

Die beigefügten Abbildungen sind insofern halbschematische, als Faltungen der Keimblase ausgeglichen sind. Im Uebrigen wurden die Verhältnisse nach den

---

1) Mittheil. aus der Zool. Station zu Neapel. Bd. III. und Zool. Anz. Nr. 92. 1881.

mit dem Prisma entworfenen Contouren der Originalzeichnungen entworfen. Letztere, die die Blase in situ im Uterus zeigen, will ich bei einer anderen Gelegenheit publiciren.

Das jüngste Ei, das ich überhaupt gesehen habe, entsprach dem Stadium, das Lieberkuhn [1]) in Fig. 20 vom Maulwurf zeichnet. Es wurde erlangt, indem eine Uterus-Anschwellung in frischem Zustande auf dem Objektträger, fast in der Mitte, der Quere nach mit dem Rasirmesser durchschnitten wurde. Die bei leichtem Drucke auf beide Hälften hervorkommende Flüssigkeit enthielt das Ei. Es war von der etwas gequollenen Zona pellucida umschlossen, die auf der einen Seite doppelt so dick war, 0,04 mm, als auf der entgegengesetzten, 0,02 mm. An der dicken Seite war die Zone lamellös gelockert. Mit der Zona betrug der Durchmesser 0,16 mm. Der Inhalt war fein granulirt, schwach durchscheinend, an einer Stelle der Peripherie dunkler. Nachdem Müller'sche Flüssigkeit zugesetzt war, klärte sich der Inhalt etwas, man sah Kerne und polyedrische Zellgrenzen an der Oberfläche und erkannte deutlich an der dunklen Stelle der Peripherie den linsenförmig nach innen vorspringenden Keimhügel. Ehe die Färbung gelang, ging das Ei verloren.

Die folgenden Stadien der Keimscheibe nach Verlust der Zona kenne ich nur aus Schnittserien und ich bestimme das Alter derselben theils nach der Lage im Uterushorn bei ein und demselben Thiere, theils nach der Beschaffenheit der Keimscheibe und dem Verhalten des Uterus.

Die nächst jüngste Keimblase war durch 6 Schnitte einer Serie getroffen worden. Die Zeichnung ist dem Schnitte entnommen, den ich für den medianen halte. Der Durchmesser der Blase betrug höchstens 0,9 mm, liess sich aber nicht genau bestimmen, da sie etwas kollabirt war. Der Querschnitt der Uterushöhle war Tförmig, der senk-

---

1) Keimblätter der Säugethiere. Marburg 1879.

rechte Schenkel des T lag in der Richtung vom Mesometrium zum freien Rande. An dem dem freien Rande des Uterus zugekehrten Ende dieses Schenkels der Höhle lag die Keimblase. Der Keimhügel sah gegen das Mesometrium. Das Epithel des Kanals war vollständig erhalten. Zacken einer schleimartigen Masse hefteten den peripheren Theil des Blastoderms locker an das Cylinderepithel des Uterus an. Eine einfache Schicht im Durchschnitt spindelförmiger Zellen bildete die Blase im peripheren Theile, der Keimhügel zeigte dreifache Schichtung. Zu oberst fanden sich dieselben im Durchschnitt spindelförmigen, in der Flächenansicht polyedrisch platten Zellen, darunter lag eine rundliche Portion, die aus einer scharf umschriebenen Zellengruppe bestand. Die Zellen waren radiär geordnet. In dritter Schicht fand sich eine feinkörnige Substanz, die in der Ebene des Schnittes 3 unregelmässig gestellte Kerne enthielt. Zellgrenzen waren nicht bestimmt zu sehen. Die oberste Lage platter Zellen des Keimhügels ging kontinuirlich in die entsprechend gestalteten des peripheren Theils der Blase über. Diese platten Zellen lagen einer deutlich ausgebildeten Cuticula auf, die den Inhalt der Blase zunächst umschloss. (Fig. 1.)

Eine zweite Schnittserie wurde durch die zunächst distalwärts gelegene Anschwellung desselben Uterushornes gelegt und enthielt gleichfalls in 5 Schnitten die Keimblase, vier Schnitte waren durch den Keimhügel gegangen. Fig. 2 ist nach dem zweiten Schnitte entworfen, der die grösste Dicke des Keimhügels aufwies, nemlich 0,025 mm. Der Durchmesser der Blase betrug 0,9 mm. Das Lumen des Uterus verhielt sich wie in der ersten Serie, die Blase war durch zarte Fetzen, in denen sich 2 Zoospermien befanden, an das intakte Epithel zunächst dem freien Rande des Uterus locker befestigt. Die Weite des Kanals betrug das Doppelte des Durchmessers der Blase.

Die äussere Schicht platter Zellen verhielt sich im ganzen Umfange der Blase wie im ersten Falle. Die Cuticula, die diese Schichte einwärts begrenzte, war sehr deutlich. An einem Schnitte fehlten einige Zellen, aber die Cuticula war intakt.

Veränderungen waren an den beiden anderen Schichten des Keimhügels vor sich gegangen. Die Zellen der mittleren Schicht bildeten nicht mehr eine kugelige Portion, sondern waren flacher angeordnet, aber in zwei Lagen übereinander. Die dritte Schichte hatte sich gleichfalls flacher ausgebreitet. Zellcontouren waren deutlicher zu sehen, die Zellen polyedrisch, zwischen der mittleren und dritten Schicht fand sich gleichfalls ein ebener glatter Contour, der nur auf eine Cuticula bezogen werden konnte und mit der die die platten Zellen tragende Cuticula verschmolz. Es fand sich also diese mittlere Schichte zwischen zwei cuticularen Lamellen.

Das nächste Stadium, Fig. 3, fand sich in einer Schnittserie von einem anderen Individuum. Die Anschwellungen des Uterus waren nicht bemerklich stärker, als bei dem ersten, der Querschnitt der Lichtung des Uterus nicht Tförmig, sondern ein einfacher Spalt, der von der Seite des Mesometrium zum freien Rande verlief. Der Spalt war schmäler, als der Durchmesser der Keimblase betrug, diese mass 0,1 mm, lag am Grunde des Spalts gegen den freien Rand hin in einer Erweiterung des Kanals. Der periphere Theil der Keimblase wurde von der Wand des Kanals enge umschlossen, hier fehlte aber bereits das Cylinderepithel, blutreiches Deciduagewebe durch einen glatten Contour abgegrenzt, stiess unmittelbar an die platten Zellen der Blase. Der Keimhügel aber lag frei und sah gegen das Mesometrium. An diesem Hügel waren nun die Zellen der mittleren Schicht in einer einfachen Lage geordnet, eine Scheibe bildend, die sowohl gegen die Deckschicht, wie gegen die dritte Lage ganz scharf durch die bereits erwähnten Cuticula abgegrenzt

war. In der Mitte der Scheibe waren die Zellen fast cylindrisch, gegen die Peripherie sich abflachend. Die dritte Schicht zeigte eckige, stärker granulirte Zellen, die noch in unregelmässiger Doppelreihe sich fanden. Besonders wichtig erschienen aber die Verhältnisse der Deckzellen am Keimhügel. Sie waren weniger flach, als vorher und fingen an sich zu vermehren, es zeigte sich zum Theil eine zweite Reihe von Zellen. Die Deckschicht also, anstatt zu verschwinden, wie beim Kaninchen, persistirte und fing sogar an zu wuchern.

Nachdem die mittlere Schicht sich flach ausgebreitet und sich zugleich durch Cuticulae gegen die beiden anderen Schichten abgegrenzt hatte, konnte über die Bedeutung dieser Schichten kein Zweifel mehr bestehen. Bei Benennung derselben schliesse ich mich der bisher für das Säugethierei üblichen Terminologie an, lediglich um der bequemeren Verständigung willen. Ich selbst vertrete eine von der bisherigen etwas abweichende Auffassung, die indessen hier zu betonen nicht der Ort ist.

Im Anschlusse also an die bisherige Terminologie würden die obere und mittlere Schicht der Keimscheibe als Ectoderm zu bezeichnen sein, die untere Schicht als Entoderm. Das Ectoderm ist zweischichtig, beide Schichten sind durch eine Cuticula getrennt. Die obere repräsentirt die Deckschicht Rauber's, die untere das definitive Ectoderm Lieberkuhn's[1]), das wiederum durch eine Cuticula von den Zellen getrennt ist, die das Entoderm der Autoren darstellen. Die Bezeichnung „definitives Ectoderm" ist aber unter der Voraussetzung der Vergänglichkeit der Deckschicht gewählt; ist die Deckschicht gleichfalls eine definitive, so erscheint die Bezeichnung ungeeignet. Ich werde daher vorläufig die zweite Schicht des Ectoderms als Grundschicht desselben benennen.

1) L. c. S 15.

Die äussere und innere Cuticula, die resp. an der oberen und unteren Fläche der Grundschicht des Ectoderms gelegen sind, fliessen am Rande der Keimscheibe zusammen und es erstreckt sich in dem ganzen Bereiche des peripheren Theils der Keimblase eine einfache Cuticula.

Zwischen dem Stadium der Fig. 3 und dem nächst beobachteten, Fig. 4, findet sich eine Lücke, die ich bisher nicht habe ausfüllen können. Dieses letztere Stadium liegt in mehreren Schnittserien vor, theils queren, theils longitudinalen, in letzterem Falle war die Schnittrichtung parallel dem Mesometrium.

Das Ei fand sich durch die Decidua abgekapselt, indem zwischen der Stelle seiner ursprünglichen Fixation und dem Mesometrium der Kanal des Uterus dem Hauptheile nach obliterirt war und nur ein enger zackiger Rest des Kanals in der Nähe des angehefteten Randes persistirte. Die Deciduakapsel, in der das Ei lag, umschloss dasselbe enge

Die Gestaltung des Eies wird durch Fig. 4 illustrirt. Es hat eine Einstülpung stattgefunden und zwar sind die Grundschicht des Ectoderms und das Entoderm, dicht an einander liegend, aber durch die schon erwähnte Cuticula von einander abgegrenzt, in das Innere des Eies eingestülpt. Die Ursache der Einstülpung liegt in einem Zapfen vor, der mit der äusseren Zellenschicht des Eies kontinuirlich zusammenhängt. Der Zapfen ist nicht massiv, die Axe ist hohl, die Wand besteht durchschnittlich aus zwei Zellenlagen, die aber zunächst nicht ganz regelmässig geordnet sind. Die Basis des Zapfens scheint verschlossen zu sein. Die äussere Cuticula, die die Deckschicht in den früheren Stadien trägt, bekleidet hier die innere Fläche des Zapfens, erscheint also an der Basis eingestülpt, wie die innere Cuticula. Gegen die Spitze des Zapfens aber ist die Cuticula im Schwinden begriffen. Eine Verbindung zwischen

der Decidua und dem Zapfen habe ich in diesem Stadium nicht auffinden können.

Zwischen dem Zapfen und der Grundschicht des Ectoderms finde ich an allen Präparaten einen Zwischenraum, ohne bestimmen zu können, wie weit derselbe durch die Erhärtung bedingt ist, jedenfalls hatte sich die Grundschicht des Ectoderms von dem Zapfen gelöst.

Die Dimensionen in diesem Stadium anlangend, so betrug die Breite, im Durchschnitt mehrerer Messungen, 0,09 mm, die Höhe, von der Basis des Zapfens bis zum passiven Pol 0,075 mm.

Auch zwischen diesem und dem folgenden Stadium, das die Fig. 5 wiedergibt, fehlen mir einige Zwischenglieder, indessen ist die Herleitung beider aus einander leicht. Das Ei wird länglich, annähernd cylindrisch, erhält Aehnlichkeit mit dem Eicylinder des Meerschweinchens, die einzelnen Lagen haben sich mehr von einander entfernt. Der Zapfen ist hohl und an der Basis dringt von der Decidua aus ein gefässhaltiger Fortsatz ein. Die Wand des Zapfens besteht deutlich aus zwei Zellenlagen. Die äussere Cuticula ist nur noch an der Basis des Zapfens scharf zu sehen, wo sie sich mit der innern verbindet, aber weiterhin, gegen die Spitze des Zapfens zu, scheint sie verschwunden zu sein.

Die eingestülpte Grundschicht des Ectoderms hat sich differenzirt, an dem Scheitel der eingestülpten Lage, d. h. in der Region, die vor der Einstülpung dem aktiven Pol des Eies entsprach, ist eine sekundäre Ausbuchtung entstanden, die kubische bis cylindrische Zellen zeigt, es ist die — hohle — area embryonalis, der „Fruchthof“ Bischoffs[1]) am Meerschweinchen-Ei. Die Grenzen des Fruchthofes sind gegen den übrigen Theil des eingestülpten Ectoderms, der plattere Zellen zeigt, abgeknickt. Zwischen der eingestülpten

---

1) Entwicklungsgeschichte des Meerschweinchens. S. 32.

Grundschicht des Ectoderms und dem Entoderm läuft nach wie vor die innere Cuticula, die sich an der Basis des Eicylinders mit der äusseren verbindet.

Das Entoderm besteht aus rundlichen Zellen und reicht bis zu der Verbindungsstelle beider Cuticulae. Das periphere Ectoderm, d. h. der von der Einstülpung nicht betroffene Theil desselben, der als äusserste Lage des Eies der Wand der Deciduakapsel enge anliegt, führt platte Zellen, die der äusseren Cuticula aufliegen. An einigen Präparaten sehe ich die Cuticula sehr deutlich isolirt, aber die Zellen sind streckenweise nicht mehr wahrzunehmen. Die Höhle der Keimblase, h, ist geräumig, und ebenso steht der Zapfen von dem eingestülpten Ectoderm weit ab, beide Räume enthalten einige lockere Gerinnsel.

Das letzte Stadium endlich, das ich noch mit voller Klarheit habe beobachten können, wird durch Fig. 6 zur Anschauung gebracht; die Zeichnung ist aus zwei aufeinander folgenden Schnitten einer Serie kombinirt. An beiden Schnitten aber war der Zapfen hinausgeschoben und zerrissen. Die Fetzen lagen über der Decidua und konnten nicht mit Sicherheit in ihrem Bau erkannt werden. Nur die in die Zeichnung aufgenommenen platten Zellen an der Basis des Eies waren als Reste des Gebildes vorhanden. Das ganze Ei mass von der Basis bis zur Kuppe 0,3 mm, die grösste Breite betrug die Hälfte der Länge.

Das Stadium charakterisirt sich durch den Beginn der Mesodermbildung, ms; das eingestülpte Ectoderm zeigt im Bereich des Fruchthofes, ae, hohe in einander geschaltete Cylinderzellen, deren Kerne in mehreren Reihen stehen. Aber auf beiden Seiten des Schnittes sind die Verhältnisse nicht gleich, indem sich links eine gegen die Eihöhle, h, erfolgende Ausstülpung zeigt, al, die nichts Anderes sein kann, als die erste Anlage der Allantois, wenn ich das entsprechende Stadium am Eie des Meerschweinchens zu Rathe

ziehe, das dieselbe Bucht zeigt und zwar an der Stelle der im Flächenbilde nicht zu verkennenden Allantois-Anlage. Zwischen dieser und dem Entoderm findet sich eine Gruppe rundlicher Zellen, das Mesoderm, ms.

Gegen die Basis zu wird die Region des Fruchthofes nebst der Allantois-Anlage von gegen die Axe des Eicylinders vorspringenden Ectodermfalten begrenzt, den Amnionfalten, und zwar würde die an die Allantois angrenzende als Schwanzscheide, die andere als Kopfscheide aufzufassen sein. Zwischen den Amnionfalten und der Basis besteht das Ectoderm aus kubischen Zellen, die an der Basis bis an die äussere Cuticula reichen. Das Entoderm besteht im Bereich des Fruchthofes aus platten Zellen, die gegen die Basis hin successive höher werden. Während aber in dem Stadium der Fig. 5 die Entodermzellen nur bis an die Basis reichten, haben sie sich jetzt an der ganzen Innenfläche der äusseren Cuticula als kontinuirliche Lage platter Zellen ausgebreitet. Es ist also die Eihöhle, h, zum Dottersack geworden. Dagegen schwinden die bisher an der äussern Seite derselben Cuticula gelegenen Zellen des peripheren Ectoderms. Ich finde sie nur noch ganz vereinzelt und bin geneigt anzunehmen, dass späterhin die äusserste Lage des Eies, die dem grösseren Theil der serösen Hülle normal sich entwickelnder Säugethiereier entspräche, hier nur durch eine strukturlose Lamelle, d. h. die bereits an der Keimblase vorhandene äussere Cuticula repräsentirt wird.

Mit dem in Fig. 6 dargestellten Längsschnitte durch das Ei der Feldmaus muss ich vorläufig die Mittheilung schliessen. Eine auf dieses Stadium folgende kurze Periode bietet an diesem Objekte grosse Schwierigkeiten. Der Embryo nimmt wahrscheinlich eine Schrägestellung im Uterus ein, die weder auf Längs- noch Querschnitten klare Bilder erlangen lässt. Das bisher dargelegte gestattet aber, die Resultate in folgende Sätze zusammenzufassen:

1. Das Ei der Feldmaus bildet eine normale Keimblase, die im Bereich der Keimscheibe eine Schichtung zeigt, wie sie auch beim Ei des Kaninchens beobachtet wird.

3. Die Besonderheit an dem Ei der Feldmaus wird durch das Verhalten der am Kaninchen-Ei vergänglichen Deckschicht bedingt, welche, anstatt zu vergehen, wuchert und einen Zapfen erzeugt, der den aktiven Pol des Eies einstülpt. Diese durch eine accessorische Bildung hervorgebrachte Einstülpung bedingt die anscheinende Umkehr der Keimblätter.

3. Abgesehen von dieser Einstülpung der aktiven Seite des Eies verläuft die Entwicklung normal. Es bildet sich ein vollständiger Dottersack und, nach den Anfängen zu urtheilen, auch ein Amnion in gewöhnlicher Weise.

4. Das Mesoderm erscheint in der Umgebung einer Bucht, die sich an einer Stelle der Peripherie des Fruchthofes (area embryonalis) bildet und als blinde Ausstülpung des Ectoderms gegen die Höhle des Dottersackes aufzufassen ist. Diese Bucht kann mit grosser Wahrscheinlichkeit als Anlage der Allantois bezeichnet werden.

5. Wenn auch, nach dem bisher bekannten, Differenzen zwischen dem Ei der Feldmaus, nachdem es Cylinderform angenommen, und dem entsprechenden Stadium des Meerschweinchen-Eies bestehen, so lässt sich doch mit Sicherheit sagen, dass Bischoff mit seiner Auffassung, das ganze von ihm als Zapfen oder Ei-Cylinder bezeichnete Gebilde sei das Ei[1]), im Rechte war gegenüber den abweichenden Anschauungen von Reichert[2]) und Hensen[3]), die nur einen kugligen Körper im Innern des freien Endes des Cylinders als Ei ansahen.

---

1) Bischoff, Neue Beobachtungen etc., p. 31. Abhandl. d. k. bayer. Akad. d. Wiss. II. Cl. X. Bd. I. Abth. München 1866.

2) L. c. S. 138 u. 139.

3) Zeitschr. f. Anatom. Bd. I S. 408.



upffe



Ber.

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Figuren beziehen sich auf das Ei von Arvicola arvalis. Vergrösserung $\frac{500}{1}$.

c äussere Cuticula.

c′ innere Cuticula.

d Deckzellen des Keimhügels, resp. der Keimscheibe.

dz Einstülpender Zapfen, der aus den Deckzellen hervorgeht.

ec peripheres Ectoderm der Keimblase, resp. des Eicylinders.

ec′ Grundschicht des Ectoderms, die eingestülpt wird.

en Entoderm.

h Höhle der Keimblase.

h′ Höhle des Dottersackes.

ae area embryonalis.

al Allantois-Anlage.

am Amnionfalten.

ms Mesoderm.

v Blutgefäss.

Sitzung vom 2. Dezember 1882.

Herr Prof. Dr. C. Haushofer trägt vor:

1. „Ueber die Krystallform der Borsäure ($H_3 BO_3$)."

Seit den Messungen Miller's [1]) und Kenngott's [2]) an der Borsäure ist zur Entscheidung der Frage, ob sie — wie Miller angenommen hatte, triklin oder, wie Kenngott angibt, monoklin krystallisire, kein weiterer Schritt geschehen. Da das analog constituirte Thonerdehydrat, der Hydrargillit, nach Descloiseaux monoklin krystallisirt und sowohl im Habitus, als in der Spaltbarkeit der Borsäure sehr ähnlich erscheint, da ausserdem Rammelsberg auf Grund seiner Untersuchungen des Turmalin eine isomorphe Vertretung von Thonerde durch Borsäureanhydrid annahm, musste die Ansicht, dass auch die Borsäure monoklin krystallisire und dem Hydrargillit isomorph sei, an Wahrscheinlichkeit gewinnen.

Ich habe es versucht, die Frage durch wiederholte Messungen zu entscheiden und hatte, um zu diesem Zwecke Material zu gewinnen, eine kalt gesättigte Lösung hergestellt und bei unvollkommenem Verschlusse sehr langsamer Verdunstung überlassen. Nach fast einem Jahre war der

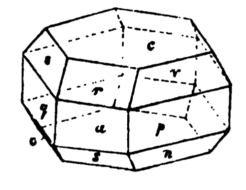
1) Pogg. Ann. 23, 558.

2) B. d. Wien. Akad. 12, 26.

Boden des Gefässes mit einer dünnen Krystallrinde überdeckt, aus der sich zahlreiche kurzprismatische Krystalle erhoben. Unter diesen fanden sich mehrere, an welchen nicht blos die Flächen der Prismenzone, sondern auch eine Pyramidenfläche so vollkommen entwickelt waren, dass sie gute Messungsresultate gaben. Die Differenzen bei fünf verschiedenen Krystallen übersteigen nicht 10′. Durch die Messungen wurden die Angaben Miller's vollkommen bestätigt. Die Säure ist demnach triklin;

$$a : b : c = 1{,}7329 : 1 : 0{,}9228;$$
$$\alpha = 92^\circ\ 30'$$
$$\beta = 104\ \ 25$$
$$\gamma = 89\ \ 49$$

Die meisten Krystalle bilden kurze Prismen oder dicke Tafeln von hexagonalem Habitus (Fig. 1); die ebenen Winkel der basischen Fläche betragen 120° 8′, 119° 51′, und 120° 1′. Am freien Ende erscheinen die Krystalle begränzt durch einen tonnenförmig verlaufenden Flächencomplex, von welchem



jedoch nur die Fläche 0P (001) = c und die Tetartopyramide ${}_{,}P$ ($\bar{1}11$) = o brauchbare Messungen zuliessen. In der prismatischen Zone herrschen $\infty P_{,}$ (110) = p und $\infty{}_{,}P$ ($1\bar{1}0$) = q; die Pyramidenflächen P′ (111) = ν, ′P ($1\bar{1}1$) = ω, und $P_{,}$ ($11\bar{1}$) sowie die Hemidomenflächen $-\bar{P}\infty$(101) = r und $\bar{P}\infty$($10\bar{1}$) = s waren stets aufgewölbt; das Flächenpaar $\infty\bar{P}\infty$ (100) = a erscheint in der Regel untergeordnet, manchmal auf schmale Reste reducirt aber stets vollkommen glatt, während q und besonders p durch starke Streifung nach der Combinationskante mit 0P charakterisirt sind. — Ausgezeichnet spaltbar nach 0P.

Kantenwinkel:

	Gemessen H.		Miller		Berechnet	
c : q = (001) (1$\bar{1}$0) =	* 95°	8′	95°	7′	—	—
c : a = (001) (100) =	*104	24	104	24	—	—
a : q = (100) (1$\bar{1}$0) =	*120	26	120	45	—	—
a : p = (100) (110) =	*121	6	120	45	—	—
c : o = (001) ($\bar{1}$11) =	*131	18	132	0	—	—
c : p = (001) (110) =	99	32	99	30	99°	30′
o : p = ($\bar{1}$11) (110) =	118	30	—	—	118	40
ν : c = (111) (001) =	—	—	139	0	138	42
ω : c = (1$\bar{1}$1) (001) =	—	—	137	0	136	38
n : c = ($\bar{1}\bar{1}$1) (001) =	—	—	129	0	128	47

Wenn auch die Resultate der Winkelmessung vollkommen ausreichen um über die Krystallform zu entscheiden, so werden sie doch noch wesentlich unterstützt durch das optische Verhalten der Krystalle. Zwei ganz klare prismatische Krystalle gestatteten die Bestimmung der Auslöschungsrichtung auf a (100). Dieselbe schneidet die Kante a p unter 12—13° oben nach rechts geneigt.

Die Borsäure ist demnach nicht isomorph mit dem Hydrargillit, wenn der letztere wirklich dem rhombischen System angehört. Von Interesse erscheint die pseudohexagonale Symmetrie der Borsäure in ihrem basischen Querschnitte und die daraus hervorgehenden ebenen Basiswinkel von 120° 1′ resp. 59° 59′. —

2. „Ueber Zwillingsbildungen am Orthoklas."

Während am Pegmatolith, dem Orthoklas der Granite und Porphyre, eine ganze Reihe von Zwillingsgesetzen bekannt ist, unter welchen schon Zwillingsflächen höherer Ordnung z. B. die Pyramide $\frac{5}{4}$ P $\frac{5}{4}$, das Klinodoma 5 P ∞ erscheinen, beschränken sich die Zwillingsbildungen am Adular fast ausnahmslos auf zwei Gesetze, das sog. Manebacher (Zwillingsebene die Basis) und das Bavenoer (Zwillingsebene das Klinodoma 2 P ∞). Ich habe mir die Aufgabe gestellt, jene Verwachsungen von Adular auf ihre Gesetzmässigkeit zu prüfen, welche nicht den symmetrischen Bau der gewöhnlichen Zwillinge zeigen. Es liegt nämlich nahe zu denken, dass alle verwachsenen Krystalle einer Substanz, die einen und denselben genetischen Ausgangspunkt haben, gesetzmässige Beziehungen ihrer gegenseitigen Lage besitzen müssen. Freilich gibt es für die Frage, ob zwei verwachsene Krystalle einen solchen gemeinsamen Bildungsmittelpunkt, vielleicht eine Doppelpartikel als Anfang des Wachsthumes besitzen, kein äusseres Kriterium und selbst dann, wenn wirkliche Durchwachsungen vorliegen, bei welchen die beiden Individuen über ihre wechselseitigen Gränzen hinausragen, ist die Möglichkeit einer zufälligen regellosen Verwachsung nicht ausgeschlossen, wenn auch geringer. Man wird sicher auch Fällen begegnen, in welchen eine Entscheidung darüber, ob man es mit einer regellosen oder einer gesetzmässigen Verwachsung zu thun habe, nicht gegeben werden kann.

In der jüngsten Zeit fand ich, — allerdings erst nach mancher Arbeit von negativem Resultate — an zwei Adulargruppen aus dem Floitengrunde im Zillerthal eine Verwachsung, die einem neuen Gesetze entspricht. Nach diesem ist eine Fläche der als Krystallfläche noch nicht beobachteten

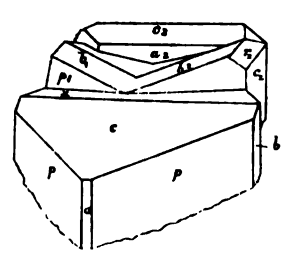
Klinopyramide 3 P̧ 5/5 (2 . 5 . 1̄5) als Zwillingsebene anzusehen. Eines der beiden Exemplare gestattete die nöthigen Winkelmessungen, welche der Berechnung mit genügender Genauigkeit entsprechen. Die basischen Flächen beider Individuen bilden einen Winkel von 144° 52′ (gemessen 144° — 144° 30′), die Prismenflächen einen einspringenden Winkel von 93° 42′; die Messung konnte nicht direkt sondern nur an einem Harzabdruck ausgeführt werden und ergab 93° 10′.

Es fand sich ferner eine Verwachsung zweier Krystalle von demselben Fundorte) mit parallelen Verticalaxen und einem einspringenden Winkel von 99° 40′ zwischen zwei benachbarten Prismenflächen. Die Berechnung auf die Fläche eines Prisma's ∞ P̧ 10 (1 . 10 . 0) ergibt für diesen Winkel 99° 34′ — eine bei so grossen Krystallen kaum zu erwartende Uebereinstimmung.

Ein anderes Stück von diesem Fundorte zeigte die ebenfalls noch nicht beobachtete Verwachsung zweier einfacher Krystalle nach der Fläche der negativen Hemipyramide — 6 P. Bei diesem Zwilling legen sich die beiden Individuen mit ihren Rückseiten aneinander; die beiderseitigen basischen Flächen fallen dann in eine Zone mit einer Prismenfläche und bilden einen Winkel von 118° 18′ — gemessen 118° 20′. Es ist schwer, einer so auffallenden Uebereinstimmung gegenüber, die sich überdiess auf eine zuverlässige Winkelmessung stützt, an ein zufälliges, regelloses Zusammenwachsen zu denken — wenn auch die Zwillingsfläche als Krystallfläche noch nicht beobachtet ist und bis jetzt blos eine einzige Thatsache dieser Art vorliegt.

Auf der Hemidomenfläche grosser Adulare vom St. Gotthart kann man oft ein System von flachen, dreikantigen Vertiefungen beobachten, für welche eine Deutung nicht nahe liegt, da man es dem Anscheine nach mit einfachen

Bildungen zu thun hat.[1]) Diese Vertiefungen müssen auf die Wirkung des für den Adular gewöhnlichsten Zwillingsgesetzes bezogen werden, wonach die Zwillingsebene das Klinopinakoid 2 Ꝑ∞ ist. Ich hatte Gelegenheit, einen sehr vollkommen ausgebildeten Zwilling oder vielmehr Drilling dieser Art zu beobachten, der aus einem einfachen Krystall besteht, an dessen Hemidomenfläche sich zwei knieförmig vereinigte Individuen in jener Lage gegen den ersten Krystall anfügen, die durch das Bavenoer Gesetz bedingt ist. (Fig. 2).[2]) Dadurch bilden sich eigenthümlich dreikantige Vertiefungen zwischen den drei Individuen und der Vergleich derselben mit den oben erwähnten vertieften Hemidomenflächen lässt kaum einen Zweifel darüber, dass man es mit Wirkungen ein und derselben Ursache zu thun habe und dass die bezeichneten Verwachsungsverhältnisse tief in den Bau der Adularkrystalle eingreifen.



Eine demselben Gesetze entsprechende Verwachsung beobachtete ich an einem grossen Pegmatolithkrystall aus der Gegend von Zwiesel, an welchem überdiess der um fast zwei Grad von dem des Adular abweichende Winkel β mit Sicherheit bestimmt werden konnte.

An manchen Adularzwillingen des Zillerthals tritt die Erscheinung hervor, dass die einzelnen Individuen sich im Innern als unregelmässig begränzte Massen aneinander-

1) Die Erscheinung ist nicht leicht mit den schon früher beschriebenen Streifungen auf P∞ zu verwechseln. Vgl. z. B. Quenstedt Hdb. d Min. 1877. S. 264.

2) In der Figur bedeutet c = 0P, b = ∞P∞, a = ∞P∞, r = 2P∞, p = ∞P. Die Zeichnung ist, um den Bau des Drillings besser zu veranschaulichen, mit stark nach vorn geneigter Verticalaxe entworfen.

schliessen — eine Erscheinung, wie sie an den Penetrationszwillingen des Quarzes in hoher Vollkommenheit vorkommt. An solchen Adularzwillingen dieser Art treten einzelne Individuen oft nur als Schalen neben und über den anderen auf.

Die Prüfung der gesetzmässigen Lage der Individuen gegeneinander an der Hand der Winkelmessung ist oft mit gewissen Schwierigkeiten verbunden, die zum Theil in der Grösse der Krystalle, öfter noch in der Flächenbeschaffenheit derselben ihren Grund haben. Für die Messung ebener aber nicht spiegelnder Krystallflächen ist das Reflexionsgoniometer nicht anwendbar, das Anlegegoniometer hinsichtlich der Genauigkeit der Resultate unzulänglich. Man hat vorgeschlagen, matte Flächen durch einen Ueberzug von Gelatine, Harz etc. oder durch Belegen mit Deckglas spiegelnd zu machen und dadurch die Anwendung des Reflexionsgoniometers zu ermöglichen. Ich habe es versucht, diese beiden Methoden zu vergleichen und auf ihren Werth zu prüfen.

Nachdem ich zuerst an planparallelen Glasplatten den Einfluss eines Harzüberzuges von zunehmender Dicke und aufgekitteten Deckglases auf die Messungsresultate untersucht hatte, wiederholte ich die Operationen an vielen sehr ebenflächig ausgebildeten aber matten Krystallen und gelangte zu dem Ergebnisse, dass die Differenzen zwischen den gemessenen und den wahren Winkelgrössen bei der Anwendung eines dünnen Harzüberzuges im Maximum 15′ betragen, bei Anwendung aufgelegter Deckgläschen aber bis zu 30′ steigen können, dass also für die Praxis die Anwendung eines Firnissüberzuges — wenn dabei auch die Reflexion der Signale unvollkommener ist, doch bessere Werthe gibt als das Decken der matten Flächen mit Glas. Der Grund ist auch leicht einzusehen. Eine einzelne kleine Erhöhung kann eine er-

hebliche Divergenz des Deckglases verursachen, während sie auf den Reflex von einer gefirnissten Fläche ohne merkbaren Einfluss bleibt. Es ist übrigens selbstverständlich, dass der Harzüberzug bei kleineren Flächen nachtheiliger wirkt als bei grossen, weil die Harzlösung beim Verdunsten an den Gränzen der Flächen aufsteigt, die Oberfläche des getrockneten Firnisses demnach concav erscheint. Sind die Flächen etwas grösser — etwa 4—5 mm im Quadrat, so bleibt der innerste Theil der Harzdecke hinreichend eben. Ein ziemlich stark gefirnisstes Rhombendruckaeder von Melanit bei einer Seitenlänge der Rhombenflächen von c. 5 mm gab in 5 Messungen

120° 9′	Grösster Fehler 9′
119 57	
120 7	
120 6	
119 59	

bei dickerer Harzlage und undeutlicherem Reflex in 4 Messungen

119° 52′	Grösster Fehler 10′
50′	
120 0′	
119 54′	

Derselbe Krystall gab mit aufgelegten Deckglas 119° 35′, 119° 36′.

Verzeichniss der eingelaufenen Büchergeschenke.

Von der Accademia Gioenia di scienze naturali in Catania:

Atti. Serie III. Tom. 13—15. 1879—81. 4°.

Vom Nassauischen Verein für Naturkunde in Wiesbaden:

Jahrbücher. Jahrg. 33 und 34. 1880 und 1881. 8°.

Von der astronomischen Gesellschaft in Leipzig:

a) Vierteljahrsschrift. 17. Jahrg. 1881—82. 8°.
b) Publikation no. XVI. Syzygien-Tafeln für den Mond von Th. v. Oppolzer. 1881. 4°.

Von der k. Akademie der Wissenschaften in Amsterdam:

a) Verhandelingen. XXI. Deel. 1881. 4°.
b) Verslagen en Mededeelingen: Afdeeling Natuurkunde. II. Reeks. XVI. Deel. 1881. 8°.
c) Processen-Verbaal. Afdeeling Natuurkunde 1880—1881. 1881. 8°.

Von der Société de géographie in Paris:

Compte rendu des séances. 1882. 8°.

Von der Pollichia in Dürkheim a/H.:

36.—39. Jahresbericht nebst Beigabe zum 40. Jahresbericht. 1879—81. 8°.

Vom North of England Institute of Mining and Mechanical Engineers in Newcastle-upon Tyne:

Transactions. Vol. 31. 1882. 8°.

Von der Académie des Sciences in Paris:

Oeuvres complètes d'Augustin Cauchy. I. Série. Tom. I. 1882. 4°.

Von der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt a/M.:

a) Der Fuchs-Affe und das Faulthier von Joh. Chr. G. Lucae. 1882. Folio.
b) Die Statik und Mechanik der Quadrupeden (Felis und Lemur) von J. C. G. Lucae. 1881. Folio.

Vom Observatory in Batavia:

Observations. Vol. IV. 1879. Folio.

Vom Ohio Mechanics Institute in Cincinnati:

Scientific Proceedings. Vol. I. 1882. 8°.

Vom American Museum of natural History in New-York:

Bulletin Nr. 1. 1881. 8°.

Vom physikalischen Central-Observatorium in St. Petersburg:

Annalen. Jahrg. 1880. Th. I. II. 1881. 4°.

Vom United States Naval Observatory in Washington:

Astronomical and meteorological Observations for the year 1876. 1880. 4°.

Vom Engineer Bureau, War Department in Washington:

Report upon United States geographical Surveys West of the 100th Meridian. Vol. VII. Archaeology. 1879. 4°.

Von der American Association for the Advancement of Sciences in Salem:

Proceedings, 29th Meeting held at Boston. August 1880. 1881. 8°.

Von der Academy of Sciences in New-York:

Annals. Vol. II. 1879—81. 8°.

Von der Redaktion des American Journal in New-Haven:

The American Journal of science. Vol. XXII. Nr. 131. 132. 1881. 8°.

Von der Société malacologique in Brüssel:

a) Annales. Tom. 13. Année 1878. 8°.
b) Procès-verbaux 1880—81. 8°.

Von der Società Toscana di scienze naturali in Pisa:

Atti. Processi verbali. Vol. III. 1882. 8°.

Von der Ecole polytechnique in Paris:

Journal. Tom. 30 Cahier 49. 1881. 4°.

Von der k. Natuurkundige Vereeniging in Nederlandsch Indië in Batavia:

Natuurkundig Tijdschrift. Deel 40. 1881. 8°.

Vom Verein zur Beförderung des Gartenbaues in Berlin:

Monatsschrift. Jahrg. 1881 in 12 Heften. 1881. 8°.

Von der Société entomologique de Belgique in Brüssel:

Annales. Tom. 25. 1881. 8°.

Vom Istituto Lombardo di Scienze in Mailand:

Osservazioni meteorologiche eseguite nella R. specola di Brera. Anno 1881. 1882. 4°.

Von der physikalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg:

a) Sitzungsberichte. Jahrg. 1881. 8°.
b) Verhandlungen. Neue Folge. Bd. XVI. 1881. 8°.

Vom Comité international des poids et mesures in Paris:

Procès-verbaux des séances 1881. 1882. 8°.

Vom Observatory of Trinity College in Dublin:

Astronomical observations. Part. IV. 1882. 4°.

Von der zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien:

Verhandlungen. Jahrg. 1881. Bd. XXXI. 1882. 8°.

Von der medizinischen Gesellschaft in Berlin:

Verhandlungen. Bd. XII aus den Jahren 1880/81. 1882. 8°.

Vom R. Comitato geologico d'Italia in Rom:

Bollettino 1882. 8°.

Vom zoologisch-mineralogischen Verein in Regensburg:

Correspondenz-Blatt. 35. Jahrg. 1881. 8°.

Von der k. k. Gesellschaft der Aerzte in Wien:

Medizinische Jahrbücher. Jahrg. 1882. 8°.

Von der Geological Society in London:

a) The quarterly Journal. Vol. XXXVII. 1881. 8°.
b) List. Nov. 1st 1881. 8°.

Von der Royal Astronomical Society in London:

Memoirs. Vol. 46. 1880—81. 1881. 4°.

Vom naturforschenden Verein in Brünn:

Verhandlungen. XIX. Bd. 1880. 1881. 8°.

Vom Meteorological Departement of India in Calcutta:

Observations. June 1881. Fol.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Dorpat:

Sitzungsberichte. Bd. VI. 1881.

Von der Société Provinciale des arts et sciences in Utrecht:

Van der Horn van den Bos, De Nederlandsche Scheikundigen. 1881. 4°.

Vom Institut Royal météorologique des Pays-Bas in Utrecht:

Nederlandsch Meteorologisch Jaarboek voor 1881. 1882. 4°.

Vom Verein für naturwissenschaftliche Unterhaltung in Hamburg:

Verhandlungen. Bd. IV. 1879. 8°.

Vom internationalen meteorologischen Comité in Hamburg:

Bericht über die Verhandlungen in Bern vom 9.—12. August 1880. 1881. 8°.

Vom Observatorium in Batavia:

Regenwaarnemingen in Nederlandsch-Indie. 3. Jaarg. 1881. 1882. 8°.

Vom naturhistorischen Verein von Wisconsin in Milwaukee:

Jahres-Bericht f. d. J. 1881—82. 1882. 8⁰.

Von der John Hopkins University in Baltimore:

American Chemical Journal. Vol. 4. 1882. 8⁰.

Von der Schweizerischen Geologischen Commission in Bern:

Beiträge zur geolog. Karte der Schweiz. Lief. XXIII. 1881. 4⁰.

Von der Schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften in Bern:

a) Verhandlungen der Schweizer naturforschenden Gesellschaft in Aarau den 7.—10. August 1881. Aarau 1881. 8⁰.
b) Compte rendu des travaux de la Société helvétique des sciences naturelles réunie à Aarau les 8—10 août 1881. Genève 1881. 8⁰.

Von der k. k. geologischen Reichsanstalt in Wien:

a) Jahrbuch 1882. Bd. XXXII. 1882. 4⁰.
b) Verhandlungen. 1882. 4⁰.

Vom Verein zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien:

Schriften. 22. Bd. Vereinsjahr 1881/82. 1882. 8⁰.

Von der K. K. Central-Anstalt für Meteorologie in Wien:

Jahrbücher. Jahrg. 1878. N. F. Bd. XV.
Jahrg. 1880. N. F. Bd. XVII. 1881. 4⁰.

Vom naturwissenschaftlichen Verein an der k. k. technischen Hochschule in Wien:

Berichte V. 1882. 8⁰.

Von der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien:

Die Laubmoosflora in Oesterreich-Ungarn von J. Breidler und J. B. Förster. 1882. 8°.

Von der k. k. Akademie der Wissenschaften in Wien:

Denkschriften:
Mathemat.-naturw. Classe. Bd. 43. 44. 1882. 4°.
Sitzungsberichte:
Mathemat.-naturw. Classe. I. Abth. Bd. 84.
Mathemat.-naturw. Classe. II. Abth. Bd. 84. 85.
Mathemat.-naturw. Classe. III. Abth. Bd. 84.
1881—82. 8°.

Von der geographischen Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen. Bd. 24. 1881. 8°.

Von dem American Museum of natural History in New-York:

Bulletin Nr. 1. 1881. 8°.

Von der American Geographical Society in New-York:

Bulletin. 1882. 8°.

Vom k. preussischen geodätischen Institut in Berlin:

a) Das rheinische Dreiecksnetz. III. Heft. Die Netzausgleichung. 1882. 4°.
b) Zur Entstehungsgeschichte der europäischen Gradmessung. 1882. 4°.
c) Astronomisch-geodätische Ortsbestimmungen im Harz von Moritz Löw. 1882. 4°.
d) der Einfluss der Lateral-Refraktion auf das Messen der Horizontwinkel von A. Fischer. 1882. 4°.
e) Gradmessungs-Nivellements zwischen Swinemünde und Konstanz. Von Wilh. Seibt. 1882. 4°.

Von der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Kommission in Berlin:

Denkschrift betr. die Thätigkeit der Kommission. 1869 - 1882. 4°.

Von der deutschen geologischen Gesellschaft in Berlin:

Zeitschrift. Bd. XXXIV. 1882. 8°.

Vom naturhistorischen Landes-Museum in Klagenfurt:

a) Jahrbuch. XV. Heft. 1882. 8°.
b) Bericht über das naturhist. Landes-Museum 1880—81. 1882. 8°.
c) Diagramme zu magnetischen und meteorologischen Beobachtungen. 3 Hefte. Fol.

Von der k. k. Sternwarte in Prag:

Beobachtungen im J. 1881. 42. Jahrgang. 1882. 4°.

Von der Entemologisk Förening in Stockholm:

Entomologisk Tidskrift. 1882. 8°.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Leipzig:

Sitzungsberichte. Jahrg. 1881. 8°.

Vom Verein für Erdkunde in Leipzig:

Mittheilungen 1881. 1882. 8°.

Von der Universität in Upsala:

Bulletin mensuel de l'Observatoire météorologique de l'Université d'Upsal. Vol. XIII. Année 1881. 1881/82. 4°.

Vom Real Osservatorio di Brera in Mailand:

a) Pubblicazioni Nr. XX. Osservazioni meteorolog. orarie, rilevate da Celso Fornioni. 1882. 4°.
b) Pubblicazioni Nr. XXI. 1882. 4°.

Von der American Pharmaceutical Association in Philadelphia:

Proceedings at the 29th annual Meeting, held in Kansas City, August 1881. 1882. 8°.

Von der Academy of natural sciences in Philadelphia:

Proceedings. 1881. 8°.

Von der Pharmaceutical Association in Philadelphia:

18th annual Report of the Alumni Association for the year 1881—82. 1882. 8°.

Von der Commission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel:

4. Bericht der Commission für die Jahre 1877—1881. VII. bis XI. Jahrg. I. Abth. Berlin 1882. Fol.

Vom naturwissenschaftlichen Verein in Graz:

Mittheilungen. Jahrg. 1881. 1882. 8°.

Von der Zoological Society in London:

a) General Index to the Transactions Vol. I—X. (1835—79) 1881. 4°.
b) Proceedings 1882 und Index 1871—1880. 1882. 8°.

Von der Senkenbergischen naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt a./M.:

Bericht 1880—81. 1881. 8°.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Emden:

66. Jahresbericht 1880/81. 1882. 8°.

Vom Geological Survey of Canada in Montreal:

Report of Progress for 1879—80. 1881. 8° mit Kartenbeilage.

Von der Redaktion des Archivs der Mathematik in Greifswald:

Archiv der Mathematik und Physik. Theil 68. Leipzig 1882. 8°.

Vom naturwissenschaftlichen Verein von Neu-Vorpommern und Rügen in Greifswald:

Mittheilungen. 13. Jahrg. Berlin 1882. 8⁰.

Von der Società Adriatica di scienze naturali in Triest:

Bolletino. Vol. VII. 1882. 8⁰.

Von der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg:

Schriften. Jahrgang 22. 1881. 1882. 4⁰.

Von der Société Vaudoise des sciences naturelles in Lausanne:

Bulletin. 2. Sér. Vol. XVIII. Nr. 87. 1882. 8⁰.

Von der Asiatic Society of Bengal in Calcutta:

Descriptions of new Indian Lepidopterous Insects by Fred. Moore. Part. II. 1882. 4⁰.

Vom Geological Survey Office in Calcutta:

a) Memoirs. Vol XVIII. 1881. 4⁰.
b) Palaeontologia Indica. 3 Parts. 1881—82. Fol.
c) A Manual of the Geology of India. Part. III. Economic Geology by V. Ball. 1881. 8⁰.

Vom Meteorological Department of the Government of India in Calcutta:

a) Report on the Administration. 1880—1881. Fol.
b) Indian Meteorological Memoirs by Henry F. Blanford. Vol. I. Part. 6. 1876—1881. Fol.
c) Meteorological Observations. August 1880 bis Februar 1881. Fol.
d) Report on the Meteorology of India by Henry E. Blanford. 5th Year. 1881. Fol.
e) Meteorological Observations. Juli bis September 1881. 1882. Fol.

Von der Società Toscana di scienze naturali in Pisa:

Processi verbali. Vol. III. 1882. 8°.

Vom Observatory in Adelaide, South Australia:

Meteorological Observations during the year 1879. 1881. Fol.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Freiburg im Br.:

Berichte über die Verhandlungen. Bd. 8. 1882. 8°.

Von der Sternwarte des eidgenössischen Polytechnikums in Zürich:

Schweizerische meteorologische Beobachtungen. 18. Jahrgang. 1881. 4°.

Vom United States Naval Observatory in Washington:

Astronomical and Meteorological Observations made during the year 1877. 1881. 4°.

Von der American Medical Association in Washington:

The Transactions Vol. 32. 1881. 8°.

Vom Secretary of War in Washington:

Annual Report of the Chief-Signal-Officer to the Secretary of War for the year 1879. 1880. 8°.

Vom U. S. Coast and Geodetic Survey Office in Washington:

Report for the year ending with June 1878. 1881. 4°.

Vom War Department in Washington:

Professional Papers of the Signal-Service. Nr. 1—6. 1881 bis 1882. 4°.

Von der Redaktion des American Journal in New-Haven:

The American Journal of Science. Vol. XXIII. 1882. 8°.

Von Essex Institute in Salem:

The flora of Essex County, Massachusetts, by John Robinson. 1880. 8⁰.

Vom botanischen Verein in Landshut:

8. Bericht über die Vereinsjahre 1880—81. 1882. 8⁰.

Von der Société des sciences de la Basse-Alsace in Strassburg:

Bulletin trimestriel. Tom. XVI. 1882. 8⁰.

Von der Kaiserlichen Leopoldo-Carolinischen deutschen Akademie der Naturforscher in Halle a./S.

Nova Acta. Tom. 42. 43. 1881—82. 4⁰.

Von der naturforschenden Gesellschaft Graubündens in Chur:

Jahresbericht. N. F. XXV. Jahrg. 1880—81. 1882. 8⁰.

Von der Académie des sciences in Paris:

Comptes rendus. Tom. 95. 1882. 4⁰.

Von der Société de Geographie in Paris:

Bulletin. 1882. 8⁰.

Vom naturwissenschaftlichen Verein für die Provinz Sachsen und Thüringen in Halle:

Zeitschrift für die gesammten Naturwissenschaften. Bd. 54. Jahrg. 1881. Berlin 1881. 8⁰.

Vom Observatorio nacional Argentino in Córdoba:

Resultados. Vol. II. Buenos Aires 1881. 4⁰.

Von der Oficina meteorológica Argentina in Córdoba:

Anales. Tomo II. Buenos Aires 1881. 4⁰.

Vom naturwissenschaftlichen Verein in Magdeburg:

9.—12. Jahresbericht 1878—81. 1882. 8°.

Vom physikalischen Central-Observatorium in St. Petersburg:

Annalen. Jahrg. 1881. Th. I. 1882. 4°.

Vom Museum of comparative Zoology at Harvard College in Cambridge, U. S. A.:

Bulletin. Vol. X. 1882. 8°.

Von der k. bayerischen landwirthschaftlichen Centralschule in Weihenstephan:

Jahresbericht pro 1881—82. Freising 1882. 8°.

Von der R. Accademia delle scienze in Turin:

Bolletino dell' Osservatorio della Regia Università di Torino. Anno XVI. 1881. 1882. 4°.

Von der Société géologique de Belgique in Lüttich:

Annales. Tom. 8. 1880—81. 1880—82. 8°.

Von der k. technischen Hochschule in München:

Bericht für das Studienjahr 1881—1882. 4°.

Vom Comittee der Norwegischen Nord-Atlantic Expedition in Christiania:

Den Norske Nordhavs-Expedition 1876—1878. Abth. IV. und V. 1882. Fol.

Von der Royal Society in Tasmania:

Papers and Proceedings for 1880. 1881. 8°.

Von der Société Linnéenne in Lyon:

Annales. Tom. 28. Année 1881. 1882. 4°.

Von der Société d'agriculture in Lyon:

Annales. V. Série. Tom. 3. 1880. 1881. 4°.

Von der Académie des Sciences in Lyon:

Classe des Sciences. Tom. 25. Paris-Lyon 1881—82. 4°.

Von Herrn Eduard Regel in St. Petersburg:

Gartenflora. Stuttgart 1882. gr. 8°.
Decas plantarum novarum auctoribus E. R. a Travtvetter, E. L. Regel, C. J. Maximowicz, K. J. Winkler. Petropoli 1882. 4°.

Von Herrn L. Testut in Bordeaux:

Vaisseaux et nerfs des tissus, anatomie et physiologie. Paris 1880. 8°.

Von Herrn Piazzi Smyth in Edinburg:

a) Gaseous Spectra in Vacuum Tubes. 1881. 4°.
b) On the Constitution of the Lines forming the Low-Temperature Spectrum of Oxygen. 1882.
c) Madeira Meteorologic. 1882. 4°.

Von Herrn L. Rütimeyer in Basel:

Beiträge zu einer natürlichen Geschichte der Hirsche. Th. I. Zürich 1880—81. 4°.
Beiträge zu der Geschichte der Hirschfamilie I. Basel 1882. 8°.

Von Herrn H. Hildebrand Hildebrandsson in Stockholm:

Observations météorologiques faites par l'Expédition de la Véga du Cap Nord à Yokohama. 1882. 8°.

Von Herrn L. Kronecker in Berlin:

Grundzüge einer arithmetischen Theorie der algebraischen Grössen. Festschrift 1882. 4°.

Von Herrn Ramon Torres Muñoz de Luna in Madrid:

La España cientifica y agrícola. Año I. 1882. Folio.

Von Herrn A. Kölliker in Würzburg:

Ueber die Lage der weiblichen inneren Geschlechtsorgane s. l. 1882. 4°.

Von Herrn J. de Baye in Chalons s./Marne:

L'Industrie Acheuléenne dans le Loess de la Brie-Champenoise. 1881. 8°.

Von Herrn B. v. Wüllerstorf-Urbair in Wien:

Die meteorologischen Beobachtungen am Bord des Polarschiffes Tegetthof. 1880. 4°.

Von Herrn Silvestro Zinno in Neapel:

a) Collezione di alcune memorie note ed opuscoli. 1880. 8°.
b) Influenza della chimica sull' origine e progresso della civiltà dei populi. 1881. .8°.
c) Analisi delle acque termo-minerali d'Ischia. 1881. 8°.

Von Herrn Ed. Dupont in Brüssel:

a) Sur l'origine des calcaires Devoniens de la Belgique 1882. 8°.
b) Sur une revendication de priorité introduite devant l'Académie par M. G. Dewalque à propos de ma note sur l'origine des calcaires Devoniens de la Belgique. 1882. 8°.

Von Herrn Ferdinand Kroczak in Brünn:

Die Heilung der Tuberculose. 1882. 8°.

Von Herrn G. V. Schiaparelli in Mailand:

a) Osservazioni sulla topografia del pianeta Marte. Roma 1882. 4°.
b) Osservazioni astronomiche e fisiche sull' asse di rotazione e sulla topografia del pianeta Marte. Memoria II^a. Roma 1881. 4°.

Von Herrn A. Damour in Paris:

Analyse d'un mica vert. 1882. 8°.

Von Herrn Theodor von Oppolzer in Wien:

Syzygien-Tafeln für den Mond. Leipzig 1881. 4°.

Von Herrn Ferdinand von Müller in Melbourne:

a) Eucalyptographia. 8. Decade. 1882. 4°.
b) Fragmenta phytographiae Australiae. Vol. XI. 1878 bis 81. 8°.
c) Address on the Development of rural Industries. 1880 und 1882. 8°.

Von Herrn L. A. Huguet-Latour in Montreal. Canada:

a) Septième rapport sur le service des poids et mesures. Supplement Nr. II. Ottawa 1881. 8°.
b) Relevés des pêcheries pour l'année 1880. Ottawa 1881. 8°.
c) Académie commerciale catholique de Montréal. Année académique 1879—80. Montreal 1880. 8°.

Von Herrn Augustino Todaro in Palermo:

Hortus botanicus Panormitanus. Tom. II. Fasc. 2. Panormi 1879. Fol.

Von Herrn W. Blasius in Braunschweig:

a) Beiträge zur Kenntniss der Vogelfauna in Borneo. 1881. 8°.
b) Neue Beiträge zur Kenntniss der Vogelfauna von Borneo. 1882. 8°.
c) Die Neuaufstellung des herzogl. naturhistorischen Museums in Braunschweig. 1879. 8°.

Von Herrn Paul Schreiber in Chemnitz:

a) Die Wagemanometer. (Separat-Abdruck.)
b) Entwurf eines Telemeteorographen. (Separat-Abdruck.)

c) Teleanemometer. (Separat-Abdruck.)
d) Der hydrostatische Barograph. (Separat-Abdruck.)

Von Herrn Alexis de Tillo in Leipzig:

Notice sur le congrès des géographes allemands à Halle (12—14 Avril 1882). Paris et Leipzig 1882. 8°.

Von Herrn Friedrich Prym in Würzburg:

a) Untersuchungen über die Riemann'sche Thetaformel. Leipzig 1882. 4°.
b) Kurze Ableitung der Riemann'schen Thetaformel. Berlin 1882. 4°.

Von Herrn Adolph Krazer in Würzburg:

Theorie der zweifach unendlichen Thetareihen. Leipzig 1882. 4°.

Von Herrn A. Waltenberger in München:

Orographie des Wettersteingebirges und der Miemingerkette. Augsburg 1882. 4°.

Von Herrn C. Struckmann in Hannover:

Die Einhornhöhle bei Scharzfeld am Harze. Berlin 1882. 4°.

Von Herrn Alph. de Candolle in Genf:

Darwin considéré au point de vue des causes de son succès. Genève 1882. 8°.

Von Herrn German Burmeister in Buenos Aires:

Atlas de la Republique Argentine. II. Section: Mammifères. Livr. I. Die Bartenwale. 1881. Fol.

Von Herrn Rudolph Wolf in Zürich:

Astronomische Mittheilungen. Nr. 55 und 56. 1882. 8°.

Von Herrn G. vom Rath in Bonn:

Durch Italien und Griechenland nach dem heiligen Land. Bd. I. Heidelberg 1882. 8°.

Von Herrn Hermann Kolbe in Leipzig:

Journal für praktische Chemie. N. Folge. Bd. 26. 1882. 8°.

Von Herrn Joseph Adolph Kaiser in St. Gallen:

Zeitschrift zu Ehren des XXV jährigen Bestandes einer gemeinsamen Kantonsschule. 1882. 4°.

Von Anonymus in Este:

Trisezioni dell' angolo di un' Atestino. Este 1882. 8°.

Von Herrn F. C. Donders in Utrecht:

Onderzoekingen gedaan in het Physiologisch Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool. III. Reeks. Bd. VII. 1882.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Bamberg:

12. Bericht 1882. 1882. 8°.

Von der physikalischen Gesellschaft in Berlin:

Die Fortschritte der Physik im Jahre 1877. 33. Jahrg. Abth. 1—3. 1882. 8°.

Vom physikalischen Verein in Frankfurt a./M.

Jahresbericht für d. J. 1880/81. 1882. 8°.

Von der oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Giessen:

21. Bericht. 1882. 8°.

Vom Verein der Aerzte in Steiermark in Graz:

Mittheilungen. 18. Vereinsjahr 1881. 1882. 8⁰.

Vom Siebenbürgischen Verein für Naturwissenschaften in Hermannstadt:

Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrg. 32. 1882. 8⁰.

Vom naturwissenschaftlich-medizinischen Verein in Innsbruck:

Berichte. 12. Jahrgang. 1881/82. 1882. 8⁰.

Von der Akademie der Wissenschaften in Krakau:

a) Rozprawy matemat. Tom. 9. 1882. 8⁰.
b) Pamietnik matemat. Tom. 7. 1882. 4⁰.
c) Antropolog. Tom. 6. 1882. 8⁰.
d) Taczanowski. Ptuki Krajowe. Tom. 1. 1882. 8⁰.

Von der anthropologischen Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen. Bd. XII. 1882. 4⁰.

Von der k. k. geologischen Reichsanstalt in Wien:

Abhandlungen. Bd. X. 1882. Fol.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Basel:

Verhandlungen. 7. Theil. 1882. 8⁰.

Von der schweizerischen geologischen Commission in Bern:

Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. Liefg. 26. Blatt XXIII. A. u. B. 1882.

Von der Norwegian North-Atlantic Expedition in Christiania:

Den Norske Nordhavs-Expedition 1876—1878. Nr. VI. VII. Zoologi. 1882. 4⁰.

Von der Norwegischen Commission der europäischen Gradmessung in Christiania:

a) Geodätische Arbeiten. Heft 1—3.
b) Vandstandsobservationer. Heft 1. 1882. 4°.

Von der Administration des mines en Finlande in Helsingfors:

Finlands geologiska Undersökning. Kartbladet Nr. 5 mit erläut. Text. 1882. 8°.

Von der k. Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg:

Neue Reduction der Bradley'schen Beobachtungen von Arthur Auwers. Bd. II. 1882. 4.

Vom Muséum d'Histoire naturelle in Paris:

Nouvelles Archives. II. Série. Tom. 4. 1881. gr. 4°.

Von der Accademia Gioenia di scienze naturali in Catania:

Atti. Serie III. Tom. XVI. 1882. 4°.

Vom Reale Osservatorio di Brera in Mailand:

Pubblicazioni Nr. VII. parte 1. u. Nr. XV. 1880—82. 4°.

Vom Instituto y Observatorio de marina de San Fernando in Cadix:

Anales. Seccion 2. Observaciones meteorológicas. Año 1879—1881. 1880—82. Fol.

Vom Indian Museum in Calcutta:

a) Handlist of Mollusca in the Indian Museum by Geoffroy Nevill. Part I. Gastropoda. Fascic. E. 1878. 8°.
b) Catalogue of Mammalia in the Indian Museum by John Anderson. Part I. 1881. 8°.
c) Monograph of the Asiatic Chiroptera in the Indian Museum by G. E. Dobson. London 1876. 8°.

Von der Seismological Society of Japan in Tokio:

Transactions. Vol. 1—4. 1880—82. 8⁰.

Von der John Hopkins University in Baltimore:

American Journal of Mathematics. Vol. V. 1882. 4⁰.

Vom Department of Agriculture in Washington:

Annual Report of the Commissioner of Agriculture for the year 1880. 1881. 8⁰.

Vom Secretary of the Navy in Washington:

Instructions for Observing the Transit of Venus Dec. 6. 1882. 1882. 4⁰.

Vom Surgeon-General's Office, U. S. Army in Washington:

Index-Catalogue of the Library. Vol. III. 1882. 4⁰.

Vom War Department in Washington:

Professional Papers of the Signal Service. Nr. VII. 1882. 4⁰.

Von der Sociedad de geografia y estadistica in Mexico:

Boletin. Tom. 6. 1882. 8⁰.

Von der Royal Society of New-South-Wales in Sydney:

Annual Report of the Department of Mines for the year 1881. 1882. Fol.

Von Herrn Ernest van den Broeck in Brüssel:

a) Exposé sommaire des observations et découvertes stratigraphiques et paléontologiques faites dans les dépôts marins du Limbourg pendant les années 1880—1881.
b) Note sur les levés géologiques de M. M. van Ertborn et Cogels. 1882 8°.
c) Observations géologiques faites à Anvers. 1882. 8°.
d) Diestien, Casterlien et Scaldisien, note sur les dépôts lagunaires pliocènes. 1882. 8°.

Von Herrn G. Dewalque in Lüttich:

Fragments paléontologiques. 1882. 8°.

Von Herrn K. Haushofer in München:

Krystallographische Untersuchungen. Leipzig 1882. 8°.

Von Herrn Grewingk in Dorpat:

Geologie und Archäologie des Mergellagers von Kunda in Estland. 1882. 8°.

Von Herrn L. A. Huguet-Latour in Montreal:

a) Proceedings at the annual Meeting of the Natural History Society of Montreal, held May 19th 1873. 1873. 8°.
b) Official Programm. Provincial Exhibition, Montreal. Sept. 1882. 1882. 8°.

Von Herrn Francis E. Nipher in Washington:

On a property of the isentropic curve for a perfect gas etc. Saint Louis 1882. 8°.

Von Herrn Gerhard vom Rath in Bonn:

Durch Italien und Griechenland nach dem heiligen Land. Bd. 2. Heidelberg 1882. 8°.

Von Herrn S. Robinski in Berlin:

Du développement du typhus exanthématique. Paris 1881. 8°.

Von Herrn William Thomson in Melbourne:

The Germ-theory of Phthisis verified. 1882. 8°.

Von Herrn Augustino Todaro in Palermo:

Hortus botanicus Panormitanus. Tom. II. Fasc. 3. 1882. Fol.

Von Herrn G. Tschermak in Wien:

Ueber die Meteoriten von Mocs. 1882. 8°.

Von Herrn Rudolf Wolf in Zürich:

Astronomische Mittheilungen Nr. LVII. 1882. 8°.

Von Herrn S. P. Zechini in Turin:

L'azione fatale dell' uomo sulla terra. Torino 1882. 8°.

Namen-Register.

Sach-Register.

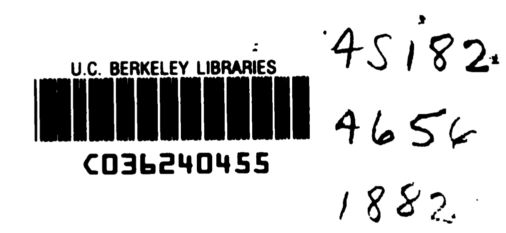

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF CALIFORNIA










U.C. BERKELEY LIBRARIES
C036240455

